



VYSOKÁ ŠKOLA BÁŇSKÁ – TECHNICKÁ UNIVERZITA OSTRAVA  
EKONOMICKÁ FAKULTA

KATEDRA PODNIKOHOSPODÁŘSKÁ

Zlepšování vybraného procesu ve výrobním podniku  
Improving the selected process in a manufacturing enterprise

Student: Bc. Mária Čahojová

Vedoucí diplomové práce: doc. Dr. Ing. Pavel Blecharz

Ostrava 2019

VŠB - Technická univerzita Ostrava  
Ekonomická fakulta  
Katedra podnikohospodářská

## Zadání diplomové práce

Student: **Bc. Mária Čahojová**  
Studijní program: N6208 Ekonomika a management  
Studijní obor: 6208T020 Ekonomika podniku  
Téma: **Zlepšování vybraného procesu ve výrobním podniku**  
**Improving the Selected Process in a Manufacturing Enterprise**  
Jazyk vypracování: slovenština

Zásady pro vypracování:

1. Úvod
2. Teoretická východiska k problematice zlepšování procesů
3. Charakteristika vybrané společnosti
4. Analýza procesu a návrh řešení pro jeho zlepšení
5. Závěr

Seznam použité literatury

Seznam zkratek

Prohlášení o využití výsledků diplomové práce

Seznam příloh

Přílohy

Seznam doporučené odborné literatury:

BLECHARZ, Pavel. *Kvalita a zákazník*. Praha: Ekopress, 2015. 160 s. ISBN 978-80-87865-20-0.

NENADÁL, Jaroslav. *Management kvality pro 21. století*. Praha: Management Press, 2018. 366 s. ISBN 978-80-726-1561-2.


OAKLAND, John S. *Total quality management and operational excellence: text with cases*. 4th ed. London: Routledge, 2014. 530 s. ISBN 978-0-415-63550-9.

Formální náležitosti a rozsah diplomové práce stanoví pokyny pro vypracování zveřejněné na webových stránkách fakulty.


Vedoucí diplomové práce: **doc. Dr. Ing. Pavel Blecharz**

Datum zadání: 23.11.2018

Datum odevzdání: 26.04.2019

  
Ing. Josef Kašík, Ph.D.  
vedoucí katedry

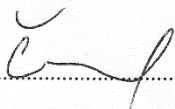


  
prof. Dr. Ing. Zdeněk Zmeškal  
děkan fakulty

**Prohlášení**

Prohlašuji, že jsem celou diplomovou práci, včetně všech příloh, vypracovala zcela samostatně s využitím uvedených zdrojů.

V Ostravě dne 26. dubna 2019



.....

Bc. Mária Čahojová

## **PodĎakovanie**

Na tomto mieste by som rada poĎakovala vedúcemu mojej práce doc. Dr. Ing. Pavlu Blecharzovi za cenné poznatky, odborné rady, trpezlivosť a čas, ktorý mi venoval pri vypracovaní tejto diplomovej práce.

Zároveň by som chcela poĎakovať pani Ing. Viere Vlčkovej, Ing. Michalovi Zrníkovi a Ing. Stanislavovi Grečmalovi za neustálou ochotu pri poskytovaní informácii a celkovú pomoc pri tvorbe diplomovej práce.

V neposlednom rade taktiež ďakujem mojej rodine za trpezlivosť a podporu počas celého štúdia.

## Obsah

1. Úvod .....	5
2. Teoretická východiska řízení kvality ve výrobě .....	7
2.1 Kvalita .....	7
2.1.1 Systém managementu kvality .....	8
2.1.2 Zásady managementu kvality .....	8
2.1.3 Přístupy k managementu kvality .....	10
2.1.4 Znaký kvality produktu .....	14
2.1.5 Ekonomika kvality .....	15
2.2 Výrobný proces .....	16
2.2.1 Definice procesu .....	16
2.2.2 Účastníci procesu .....	17
2.2.3 Hranice procesu .....	18
2.2.4 Procesné riadenie .....	19
2.3 Vybrané metody a nástroje kvality .....	21
2.3.1 FMEA .....	21
2.3.2 Poka-yoke .....	27
2.3.3 Paretova analýza .....	28
2.3.4 Ishikawa diagram .....	31
2.3.5 Vývojový diagram .....	32
3. Charakteristika vybrané společnosti .....	35
3.1 História .....	35
3.2 Schaeffler Kysuce .....	36
3.2.1 Organizačná štruktúra .....	37
3.2.2 Výrobné portfólio .....	37
3.2.3 Popis produktu .....	44
3.2.4 Výrobné procesy .....	46

3.2.4.1 Sústruženie .....	47
4. Analýza procesu a návrh řešení pro jeho zlepšení .....	48
4.1 Analýza súčasného procesu .....	48
4.2 Návrh riešenia pre zlepšenie procesu .....	53
4.2.1 Ekonomický prínos.....	55
5. Závěr.....	56
Seznam použité literatury.....	57
Seznam zkratk .....	60
Prohlášení o využití výsledků diplomové práce	
Seznam příloh	
Přílohy	

# 1. Úvod

V súčasnom svete je čoraz náročnejšie pre podniky udržať si svoje miesto na trhu. Neustále pribúda nová konkurencia a trh je čím ďalej, tým viac globálnejší. Úlohou pre firmy už nezostáva len bojovať proti konkurencii doma, ale taktiež je treba brať v úvahu celosvetovú konkurenciu. Tomuto sa samozrejme neubránil ani automobilový priemysel, ktorý čoraz viac narastá. Nové technológie, inovácie a k tomu neustále meniace sa prostredie v tomto obrovskom odvetví nútia spoločnosti ku kvalitnejšej výrobe. Pretože hlavným znakom spoľahlivých produktov je kvalita. Práve kvalita je jednou z najviac vyhľadávaných vlastností, na ktoré zákazníci prihliadajú pri výbere produktoch. Dnešné firmy sa sústreďujú hlavne nato, aby ich výrobky boli čo najkvalitnejšie. S týmto samozrejme prichádzajú aj nové systémy managementu. Aby podnik uspel v tomto náročnom prostredí je nutné, aby bol vždy o krok pred konkurenciou. Toto im môžu zaistiť rôzne metódy či už pri vývoji výrobného procesu alebo výrobe jednotlivých komponentov. Taktiež sa podniky snažia o čo najnižšie náklady pri rovnako vysokej kvalite. Pri výrobe produktov nastáva množstvo procesov, pri ktorých je dôležité zaistiť, aby sa defektné výrobky nedostávali ďalej do výroby a následne k zákazníkovi.

Témou diplomovej práce je „Zlepšenie procesu vo výrobnom podniku“. Podnikom, ktorý bol vybraný pre účely diplomovej práce je Schaeffler Kysuce, spol. s r.o., so sídlom v Kysuckom Novom Meste. Cieľom práce je analyzovať proces sústruženia vybraného produktu v podniku a na základe aplikovania metódy FMEA, zistiť potencionálne nedostatky v procese a navrhnúť riešenie pre jeho zlepšenie.

Diplomová práca je rozdelená do 5 kapitol. Prvou kapitolou je úvod a poslednou je záver.

Druhá kapitola je venovaná spracovaniu teoretických východísk pri riadení kvality vo výrobnom podniku. V tejto kapitole budú vysvetlené viaceré pojmy, ktoré súvisia s danou problematikou. Taktiež sú v tejto časti priblížené systémy managementu, zásady managementu a v neposlednej rade aj charakteristika procesu a procesného riadenia. V poslednej podkapitole tejto časti sú teoreticky vysvetlené metódy a nástroje, ktoré boli využité v praktickej časti.

V tretej kapitole je charakterizovaná firma Schaeffler Kysuce, spol. s r.o. Pre pochopenie diplomovej práce je dôležitý bližší obraz o samotnej firme, jej histórii, produktoch, ktoré vyrába a taktiež prehľad o jednotlivých procesoch, ktoré pri sústružení nastanú.



Poslednou kapitolou je praktická časť s názvom „analýza procesu a návrh riešenia pre jeho zlepšenie“. Táto kapitola je rozdelená do dvoch častí. Ako názov napovedá prvá podkapitola bude venovaná aplikáciou metód a nástrojov, ktoré boli predstavené v teoretickej časti. Na základe týchto informácií bude spracovaná FMEA stavu pred návrhom nápravného opatrenia. V druhej časti tejto kapitoly bude navrhnuté riešenie pre zlepšenie kvality procesu. Taktiež bude prevedená metóda FMEA po zlepšení procesu, na ktorej základe uvidíme, ako toto zlepšenie ovplyvnilo ekonomické aspekty v podniku.

## 2. Teoretická východiska řízení kvality ve výrobě

### 2.1 Kvalita

Pojem kvalita je vysvetľovaný viacerými autormi, napríklad Kotler vo svojej knihe definuje kvalitu, ako:

*„Kvalita je súhrn prvkov a vlastností produktu alebo služby, ktoré vytvárajú schopnosť uspokojiť vyslovené alebo implikované potreby.“* [9, s. 545]

Ďalšiu definíciu, môžeme nájsť v knihe od autorky Jakubíkovej:

*„Kvalita predstavuje spôsobilosť produktu plniť jeho funkcie. Vymedzuje sa určitými znakmi, ako sú životnosť, spoľahlivosť, presnosť atď.“* [5, s. 167]

Vymedzenie tohoto pojmu je možné vyhľadať v množstve knižných prameňoch. Autori sa však zhodnú v tom, že kvalita predstavuje predom určené vlastnosti produktu, ktoré prinášajú zákazníkovi úžitok. Kvalitné produkty sú známkou skvele odvedenej práce. V prípade nedodržania kvality sa tieto nežiadúce následky prejavia skôr či neskôr. Následkov, ktoré môžu vzniknúť nedodržaním kvality je nespočetné množstvo, niektoré sú závažnejšie a iné menej. Kvalita sa dotýka každého jednotlivca aj keď si to možno neuvedomuje. Veď predsa, keď zákazník platí za určitý produkt, požaduje od neho tie vlastnosti, ktoré sú sľubované jeho výrobcom. Tieto vlastnosti produktov by nemali byť nižšie, ako boli prezentované výrobcom výrobkov alebo poskytovateľom služieb. Taktiež netreba zabudnúť, že zákazník sa rozhoduje aj na základe pomeru cena - kvalita, preto je tento pomer treba udržiavať na prijateľnej úrovni. Nikto si nekupuje produkty alebo nevyužíva niektoré služby, kvôli tomu, aby bol sklamaný a nespokojný. A práve toto rozdeľuje kvalitný produkt od nekvalitného, kvalita je totižto miera uspokojenia zákazníka určitými pre neho dôležitými a vyhľadávanými vlastnosťami výrobku alebo služby. Ak chceme hovoriť o kvalite je nutné, aby sme spomenuli to, že je potrebné, aby daný produkt splnil všetky očakávania a požiadavky klientov, dokonca aj tie, o ktorých možno zákazník ani netuší, že ich má. Kvalita sa prejavuje už pred samotnou výrobou výrobku alebo poskytnutým služby, preto je odporúčané sa zameriavať už na prvé kroky, ktoré vedú k zabezpečeniu základných vlastností produktov. Už samotným výberom zdrojov, ktoré zaručujú sľubované vlastnosti produktu, by sa mal podnik zaoberať. A samotné podniky sú si toho vedomé, preto vznikol management kvality. [11]

### **2.1.1 Systém managementu kvality**

Kvalitné produkty sú výsledkom koordinovaných činností podniku, ktoré sú na seba naviazané. Každý tento podnikový proces je treba dôkladne monitorovať, usmerňovať a riadiť a práve nato sa zameriava systém managementu kvality. Pre správne zavedený systém riadenia kvality je nevyhnutné, aby boli všetci zamestnanci spoločnosti zapojení a pracovali na dosiahnutí vytýčeného cieľa. Management kvality by mal predovšetkým zabezpečiť, aby bol produkt navrhnutý, vyrobený a servisne ošetrovaný tak, aby splňoval predpísané normy a poskytoval zákazníkovi čo najvyšší úžitok a potešenie. V prípade, že organizácia nedisponuje správnym systémom riadenia je tým poznačená celá spoločnosť či už napríklad stratou zákazníkov alebo finančným úpadkom. Samozrejme čo funguje pre niektoré organizácie, nemusí rovnako fungovať aj pre iné spoločnosti, preto je treba tento systém aplikovať tak, aby bol pre organizáciu čo najefektívnejší. Podľa STN EN ISO normy 9000:2015 je QMS vymedzený, ako časť manažérskeho systému, ktorá sa zameriava na kvalitu. [1]

Samotné zavedenie systému riadenia kvality je dlhodobý proces, ktorého výsledky nie sú zreteľné ihneď, ale až po určitej dobe. Tieto výsledky však majú dlhodobý pozitívny dopad na spoločnosť. Každá firma, ktorá chce v budúcnosti prosperovať by sa mala v prvom rade zameriavať na svojich zamestnancov a to či už pri výbere alebo neustálom zlepšovaní zručností a získavaní ďalších nových poznatkov a vzdelávania. Takto kvalifikovaní zamestnanci sú kľúčom k lepším výsledkom a skvelou investíciou spoločnosti do budúcnosti. Práve zamestnanci sú základom pri vytváraní strategických plánov, ktoré priamo určujú smerovanie a hlavné ciele spoločnosti. [8]

### **2.1.2 Zásady managementu kvality**

Každá organizácia chce byť úspešná, jedným zo základných oblastí na ktoré by sa mala zameriavať je práve kvalita. V dnešnom globalizovanom svete, kde je veľký podiel poskytovaných výrobkov a služieb dosť podobných a konkurencia neustále pribúda, je jednou zo základných otázok, v čom sa spoločnosti od seba odlišujú a prečo práve o ich produkty by mali mať zákazníci záujem. Jednou z oblastí v ktorej môžu podniky získať svoju konkurenčnú výhodu je zameriavanie sa na kvalitu. Existuje preto niekoľko základných zásad, ktoré by mali spoločnosti dodržiavať a zakomponovať do systému riadenia, ak chcú byť úspešné. Uplatňovanie týchto zásad vedie k zlepšujúcej sa výkonnosti organizácie. [16]

*Zameranie sa na zákazníka* - základným poslaním podniku je uspokojiť potreby svojich zákazníkov, na tom do akej miery je zákazník spokojný, závisí budúcnosť organizácie. Preto je potrebné, aby si organizácia uvedomila, ktoré vlastnosti produktov sú ich zákazníkmi dopytované a tieto vlastnosti premietla do produktov v požadovanej kvalite.

*Vodcovstvo* - kvalitu interného prostredia podniku dotvárajú aj vodcovské schopnosti vedúcich zamestnancov. Základom je, aby vodcovia dôkladne dbali na správne vedenie a usmerňovanie zamestnancov pri dosahovaní spoločných cieľov spoločnosti.

*Zapojenie pracovníkov* - organizácia by sa mala zameriavať aj na zapojenie a motivovanie pracovníkov k lepším výkonom a využívať naplno ich potenciál k prospechu organizácie.

*Učenie sa* - je skvelý spôsob, ako neustále získavať nové informácie a zručnosti. Taktiež to napomáha zamestnancov rozvíjať ich potenciál a vytvára to prostredie pre nové inovatívne nápady.

*Flexibilita* - je schopnosť rýchlo reagovať na množstvo nových príležitostí a zmeny tržných podmienok. Práve vďaka pružnosti sú podniky v dnešnom globálnom svete životaschopné.

*Procesný prístup* - chápe transformáciu vstupov na výstupy, ako proces. Identifikuje a riadi jednotlivé procesy a ich vzájomné väzby, tak aby organizácia dosahovala požadované výsledky.

*Systémový prístup k manažérstvu* - systémový prístup umožňuje manažérom identifikovať, pochopiť a riadiť organizáciu, ako systém vzájomne previazaných procesov, ktoré sa navzájom ovplyvňujú a prispievajú pri efektívnom dosahovaní cieľov.

*Trvalé zlepšovanie* - nepretržité vylepšovanie celkovej výkonnosti podniku by mal byť jedným z trvalých cieľov každého podniku.

*Rozhodovanie na základe faktov* - rozhodnutia by sa nemali zakladať na pocitoch, ale na overených informáciách a podložených faktoch.

*Vzájomne významné vzťahy s dodávateľmi* - dodávatelia patria medzi najdôležitejšiu súčasť podnikania. Vzájomné vzťahy medzi odberateľmi a dodávateľmi tvoria základ v obchodnom procese. Kvalita tohto prepojenia je kľúčovým prvkom pre úspech oboch zúčastnených strán.

V poslednej dobe k týmto zásadám pribudla ešte aj spoločenská zodpovednosť.

*Spoločenská zodpovednosť* - predstavuje snahu firiem dobrovoľne operovať, nad rámec ich právnych povinností. Firmy sa združujú a spoločnými silami sa usilujú o zlepšenie sociálnych, ekologických a ďalších aspektov v podnikaní. [11]

Spoločne týchto osem zásad manažérstva kvality vytvára základ noriem systému manažérstva kvality súboru ISO 9000. Dodržiavanie týchto pravidiel môže napomôcť podniku v jeho raste a neustálom zlepšovaní kvality jednotlivých procesov. [16]

### **2.1.3 Prístupy k managementu kvality**

Medzi prístupy managementu kvality, ktoré sú svetovo najviac využívané patria prístupy na základe uplatňovania medzinárodných noriem ISO a prístup TQM. V dynamickom svete, ako je ten dnešný je jednou z priorít podnikov využívať tie najprepracovanejšie a funkčné riadiace prístupy k managementu kvality. Pre podniky je otázkou konkurencieschopnosti vykazovať čo najmenej nedostatkov vo všetkých podnikových procesoch, hlavne v tých, pri ktorých je pridávaná hodnota pre zákazníka. K tomuto napomáhajú už vyššie spomenuté prístupy. Začneme prvým a to je prístup na základe medzinárodných noriem ISO (International Organization for Standardization), ktoré sú podkladom a určujú požiadavky na systém managementu kvality QMS. Súbor aplikovaných doporučení, pomocou ktorých sa dá úspešne riadiť fungovanie organizácie. Sú určené pre všetky typy a veľkosti podnikov, najviac sa uplatňujú v Európe. Tieto normy nie sú záväzné, je na samotnom podniku v akom rozsahu ich bude v organizácii uplatňovať. Taktiež nezaručujú, že spoločnosť bude ihneď po zavedení noriem do systému riadenia kvality vykazovať nadpriemerné výsledky. Tieto normy sú len určité procesné prístupy a môžu byť aplikovateľné v každej organizácii iným spôsobom, v závislosti na interných a externých faktoroch, ktoré priamo ovplyvňujú chod firmy. Celosvetovo sa udeľuje cez milión certifikátov ročne. Normy sú postavené na takých zásadách, ktoré sú efektívne využiteľné pre všetky typy a veľkosti podnikov. Zásady vznikli na základe odpozorovaných praktík úspešných spoločností. Najviac bývajú využívané v priemysle a v stavebníctve, ale ich využiteľnosť sa dá preniesť aj do oblasti služieb. [17,12]

Prístup založený na ISO 9001:2015 vyžaduje:

- udržovanie poriadku,
- rešpektovanie zákonných požiadaviek,
- uplatnenie pravidiel orientácie na zákazníka,

- dokumentovanie rozhodujúcich prevádzkových činností.

Najznámejšia a najdôležitejšia ISO norma v rámci managementu kvality je norma 9001, táto norma obsahuje špecifikované požiadavky na Quality Management System. Samozrejme organizácie využívajú pri zlepšovaní kvality procesov aj iné normy a ich kombinácie. [22]

Medzi ďalšie normy patria napríklad:

- STN EN ISO 9000:2015 Systémy manažérstva kvality. Základy a slovník.
- ISO 9001:2015 Systémy manažérstva kvality – Požiadavky.
- ISO 45001:2016 Systémy manažérstva BOZP. Požiadavky s návodom na použitie (nahradzuje OHSAS 18001:2009).
- STN EN ISO 14001:2016 Systémy manažérstva životného prostredia. Požiadavky s pokynmi na použitie (nahradzuje ISO 14001:2005).
- STN ISO/IEC 27001:2014 Informačné technológie: Bezpečnostné techniky, Systémy manažérstva informačnej bezpečnosti – Požiadavky.
- STN EN ISO 22301:2012 Ochrana spoločnosti. Systémy manažérstva plynulosti podnikania. Požiadavky (nahradil BS 25999-2).
- ISO 55001:2014 Manažerstvo aktív. Systémy manažérstva. Požiadavky.
- ISO 55002:2014 Manažerstvo aktív. Systémy manažérstva. Návod na aplikáciu ISO 55001.
- ISO 39001:2012 Bezpečnosť premávky na pozemných komunikáciách – Systémy manažérstva. [22]

Ďalším z prístupov pre riadenie kvality je Total Quality Management, prevažne sa používa skratka TQM. Základnou myšlienkou tejto metódy je dôraz na riadenie kvality a zapojenie členov organizácie do zlepšovania kvality poskytovania produktov a zvyšovanie spokojnosti všetkých zúčastnených strán. Tento manažérsky prístup dáva prednosť novému spôsobu myslenia, ktorý uprednostňuje kvalitu pred kvantitou. Presahuje možnosti klasických manažérskych metód a stáva sa určitou manažérskou filozofiou pre jednotlivé podniky. Význam jednotlivých písmen, ktoré sú odvodené z názvu tohto prístupu vychádza nasledovne:

*Total* - jedná sa o zapojenie všetkých členov organizácie.

*Quality*- definícia tohto slova by sa dala chápať ako poňatie zásad kvality v celom podniku. Povinnosťou podniku by mala byť snaha vylepšovať všetky oblastné funkcie podniku a výrobné bunky.

*Management* - kvalita sa uplatňuje na všetkých úrovniach riadenia a vo všetkých manažérskych funkciách. Vedúci pracovníci firiem sú povinný aktívne zlepšovať kvalitu v podobe tréningoch, seminároch a vytýčením cieľov. [16]

ISO definuje prístup TQM nasledovne: *"TQM je manažérsky prístup určený pre organizáciu, sústredený na kvalitu, založený na zapojenie všetkých jej členov a zameraný na dlhodobý úspech dosahovaný prostredníctvom uspokojenie zákazníka a prospešnosti pre všetkých členov organizácie aj pre spoločnosť."* [22]

Spoločné zásady, ktoré táto metóda prináša sa uplatňujú na celom svete a prispôsobujú sa podnikom na základe pracovných podmienok a ich schopností. TQM je celostný prístup, ktorý presadzuje všeobecne zaužívané princípy riadenia manažmentu kvality, uplatňuje moderný procesný prístup, integruje všetky oblasti managementu, zapája a motivuje pracovníkov, aby sa spoločne podieľali na splňovaní vytýčených cieľov organizácie. Tento prístup sa skôr zameriava na kvalitu v oblasti ľudských zdrojov než kvalitu výrobkov. Preto je nutné, aby sa zapojili všetci zamestnanci, bez ohľadu na pozíciu vo firme. Neustále vzdelávanie pracovníkov je základom pre lepšiu identifikáciu a schopnosť nájsť správne riešenie pre daný problém v podniku. Tento prístup sa sústreďuje a pestuje v ľuďoch myslenie zamerané na proces. TQM je podobné prístupu radu ISO 9000, zavedenie do praxe v podnikoch však býva zväčša náročnejšie, pretože pracuje s viacerými mäkkými faktormi. [16]

TQM sa radí medzi otvorené systémy, podstatou metódy je neustála snaha celej organizácie vytvoriť pracovné podmienky, pri ktorých budú môcť zamestnanci zlepšovať ich schopnosti, aby prispeli a ponúkli zákazníkovi požadované produkty a služby, ktoré sú zákazníkmi cenené. Taktiež je nutné dohliadnuť na rôzne nedostatky a dôvody týchto chýb a porúch v systéme odstrániť. Po správnom implementovaní týchto zásad do podniku sa vytvárajú predpoklady pre maximalizáciu ziskov, znižovanie nákladov a zvyšovanie konkurencieschopnosti firmy. [3]

Hlavné znaky TQM:

- dôsledná orientácia na priania, názory a požiadavky zákazníka,
- zapojenie všetkých podnikových útvarov a všetkých pracovníkov,
- vytváranie systému "vnútorných" zákazníkov,
- sústavné úsilie o optimálne, účelne a hospodárne uskutočňovanie všetkých činností porovnateľne s najvyspelejšími konkurentmi - princíp "zero defects". [21]

Jednou z verzií TQM je aj prístup Six Sigma, ktorý je založený na modely DMAIC. Metóda DMAIC vychádza z pôvodného cyklu PDCA. Myšlienkou tohto princípu je zvyšovanie úrovne v rôznych oblastiach organizácie, ako napríklad ekológia, kvalita, výroba, atď. Môže sa aplikovať na všetky oblasti, pri ktorých je možné dosiahnuť lepších výsledkov alebo zvyšovať spokojnosť zákazníkov. Názov tejto metódy je odvodený z anglických skratiek. Tieto skratky označujú 5 fáz cyklu pre úspešné zavedenie zmien alebo všade tam, kde je potrebné zlepšiť existujúci stav alebo proces. Jednotlivé fázy sa opakujú a týmto procesom sa neustále zlepšujú výsledky organizácie. [17]

**D - Define** (definovať) - Definovať je prvou fázou zlepšovacieho procesu, v tejto fáze musíme určiť cieľ, na ktorý sa organizácia zameriava. Projektový tím definuje plán, ktorý obsahuje činnosti, na ktoré sa je treba upriamiť pri odstraňovaní problému. Ide o kritickú fázu, v ktorej tím načrtáva orientáciu projektu pre vedenie organizácie.

**M - Measure** (merať) - v tejto fáze sa zisťuje, aký je rozsah problému v organizácii. Dôležitým krokom je zhromaždiť údaje, ktoré sa sústreďujú na proces a to čo si zákazníci prajú. Na základe týchto údajov nasleduje meranie. Meranie je jedným z rozhodujúcich krokov, počas ktorého zisťujeme aktuálne plnenie cieľov.

**A - Analyze** (analyzovať) - zistené informácie z nazbieraných dát je treba podrobiť analýze a dopracovať sa k tomu čo spôsobuje riešený problém v organizácii. V tomto kroku by mala organizácia hľadať možné riešenia problému a nie automaticky problém vyriešiť. Zamestnanci, ktorí sú touto úlohou poverení by mali jednotlivé hypotézy, medzi sebou prediskutovať. Vybrané riešenie problému by malo byť kompletne pred nasledujúcou fázou.

**I - Improve** (zlepšovať) - Po analyzovaní problému a nájdenia riešenia, nasleduje jeho implementácia. V tomto kroku ide o dosiahnutie zmeny k lepšiemu a následne ku zhromaždeniu údajov, aby potvrdili zlepšenie procesu. Jedná sa o zlepšenie základných opatrení a v konečnom dôsledku aj k zvýšeniu spokojnosti zákazníka.

**C - Control** (riadiť) - Poslednou fázou je riadenie. Procesný problém je vyriešený a nastal progres, organizácia musí zabezpečiť udržanie zavedených zmien. V kontrolnej fáze sa podnik upriamuje na vytvorenie plánu monitorovania s cieľom pokračovať v meraní úspešnosti aktualizovaného procesu a vypracovaní plánu reakcie v prípade poklesu výkonnosti. [17]



### 2.1.4 Znaký kvality produktu

Zodpovednosť za kvalitu, ktorá je daná požiadavkami zákazníka nemajú na starosti len zamestnanci, ktorí majú v kompetencii kvalitu, ale všetky oddelenia a taktiež vedúci podniku. Certifikácie podľa noriem ISO, neznamená že tieto organizácie produkujú kvalitné výrobky, pretože je na samotnej organizácii či sa týmito pravidlami bude riadiť a do akej miery. Je to len predpoklad pre kvalitu. Potrebné je zapojenie všetkých zúčastnených strán a vyžaduje sa spolupráca, iba vtedy môžu byť tieto princípy pre spoločnosť užitočné. Kvalitné produkty by mali spĺňať určité vlastnosti. [1]

Medzi tieto prvky môžeme radiť:

- 1. Použitelnosť** – schopnosť produktu splniť svoj účel použitia na základe jeho vlastností alebo subjektívneho hodnotenia od zákazníkov.
- 2. Funkčnosť a výkon** – funkčnosť sa dá definovať, ako spôsobilosť určitého produktu plniť jeho základnú funkciu v čase. Výkon je merateľná veličina, môže byť vyjadrená rôznymi veličinami, napríklad výkon motoru. Na základe nadobudnutých hodnôt je možné následne tieto hodnoty porovnávať s inými produktmi.
- 3. Vybavenie (prevedenie)** – jedná sa o doplnkové prvky výrobku, vďaka ktorým je možné zvýšiť záujem zákazníkov o produkt.
- 4. Spoľahlivosť** – sa dá vyjadriť, ako schopnosť produktu zaistiť plnenie požadovaných funkcií počas celej doby používania, bez vzniku porúch a chýb.
- 5. Zhoda s požiadavkami** – ide o zhodu s požadovanými technickými požiadavkami. Je to jeden z najstarších znakov kvality. Spoľahlivosť a zhoda s požiadavkami sú úzko spojené s výrobným prístupom ku kvalite. Zhoda s požiadavkami sa môže považovať za relatívne objektívnu mieru kvality.
- 6. Trvanlivosť** – je schopnosť produktov udržať si po určitú dobu schopnosť plniť funkciu pri použití. Zahrňuje aj schopnosť výrobku uchovať si vlastnosti pri stanovených podmienkach skladovania a dopravy.
- 7. Úroveň obsluhy (servisu)** – ide tu o možnosť opravy, jej rýchlosť, ochotu, jednoduchosť, dostupnosť náhradných dielcov.

**8. Ekologická nezávadnosť** – v súčasnosti sa podniky snažia ochraňovať životné prostredie, aby neohrozovali alebo nepoškodzovali svojou činnosťou kvalitu života ľudí navôkol.

**9. Bezpečnosť** – je ochranný stav systému pred výskytom určitej hrozby. Riziko poškodenia je obmedzené na prijateľnú úroveň.

**10. Značka kvality** – podnik dostane právo používať značku kvality až vtedy, keď nezávislé preverenie ukáže, že sú splnené všetky predpoklady pre primeranú a komplexnú kontrolu.

**11. Dizajn (tvar a farba)** – zákazníci preferujú rôzne štýly. To isté platí aj o dizajne výrobku. Dizajn je v podstate vonkajší vzhľad výrobku. Pre podniky je dôležité nezanedbať vonkajšiu úpravu výrobku, pretože je to jedna z charakteristík, ktoré zákazník vníma medzi prvými a často sa podľa toho riadi aj pri výbere a kúpe produktov.

**12. Subjektívna kvalita** – každý zákazník si predstavuje pod pojmom kvalita niečo iné. Preto je pojem kvalita u spotrebiteľa relatívna a subjektívna záležitosť. Produkt, ktorý splňuje naplno všetky požiadavky na kvalitu pre určitú časť zákazníkov, nemusí plniť túto funkciu pre niekoho iného. Každý má iné potreby a každý si vytvára vlastný názor na produkt alebo službu. Názor zákazníka sa môže meniť aj na základe faktoroch, ktoré ho ovplyvňujú. [8]

### 2.1.5 Ekonomika kvality

Pre podniky je kvalita dôležitým faktorom, hlavne z ekonomického hľadiska. To, akú úroveň kvality je podnik schopný vyvíjať má priamy vplyv na zisky firiem. S nízkou kvalitou prichádzajú aj ekonomické straty. V podnikoch, ktoré tieto straty neeliminujú sa znižuje schopnosť konkurencieschopnosti. Kvalitu je treba neustále zvyšovať, nielen v jednotlivých útvaroch, ale v celom systéme riadenia kvality spoločnosti. Ekonomické výsledky sa dajú merať rôznymi metódami a analýzami. Manažéri môžu výsledky týchto analýz použiť, ako podklad pre zvyšovanie kvality v spoločnosti. Dosahovanie určitých cieľov však môže viesť ku konfliktom. Jedným z konfliktov môže byť napríklad rozpor medzi zvýšením kvality a nízkymi nákladmi. Aj týmito problémami sa zaoberajú moderné systémy riadenia kvality. [19]

Úroveň kvality výrobkov nehodnotíme len na základe výšky príjmov. Je množstvo tzv. mäkkých faktorov, ktoré majú rovnako dôležitý význam pre podniky. Medzi tieto faktory môžeme radiť napríklad spokojnosť zákazníkov, lojalitu, dobré meno spoločnosti atď. Aj tieto

prvky vypovedajú veľa o kvalite produktov. Taktiež je podstatné, aby sa firmy zamerali na odstraňovanie nezhôd. Práve náklady na odstraňovanie a znižovanie porúch, prerábanie, reklamácie a pod., negatívne ovplyvňujú dlhodobý rozvoj spoločnosti. [1]

Zatiaľ čo sa v minulosti firmy orientovali skôr na riadenie výroby a úspech sa meral úrovňou produktivity a objemom výroby, v súčasnosti sa tento trend zmenil. Pre dnešné spoločnosti nastali náročné časy. Celé odvetvie je narušené začínajúcimi a inovatívnymi spoločnosťami, ktoré pracujú s novými obchodnými modelmi a technológiami. Globálna ekonomika je veľmi neistá. Zákazníci majú k dispozícii množstvo zdrojov s informáciami a chcú si vybrať čo najlepšie. Na obchodných trhoch je veľká konkurencia a tento fakt podnecuje a tlačí na firmy ohľadom designu a požaduje enormnú rýchlosť vytárania a distribúcie produktov. A práve úroveň kvality v týchto oblastiach rozdeľuje spoločnosti na úspešné a neúspešné. Úspešné podniky sa naučili ako doručovať prvotriednu kvalitu vo svojich produktoch, procesoch a zamestnancoch, bez ohľadu nato, aké ťažké sú podmienky v odvetví. Existuje spojenie medzi snahou o kvalitu a výkonnosťou podniku. Toto prepojenie zahŕňa pohľad na rozvíjajúcu sa hodnotu kvality v podnikoch a nástroje, ktoré vytvárajú rozdiely a taktiež plány na posúvanie snáh o kvalitu. [19]

## **2.2 Výrobný proces**

### **2.2.1 Definícia procesu**

*„Proces predstavuje postupnosť a/alebo súslednosť činností, logicky usporiadaných, ktorých výstup má úžitok pre zákazníka.“ [19, s. 60]*

Procesom môžeme označiť aj určitý sled súvisiacich činností, ktorý je koordinovaný tak, aby dosiahol určitého cieľu. Proces by sa dal definovať aj ako transformácia vstupov na výstupy. Tieto činnosti vedú k pridávaniu hodnoty pre zákazníka a sú dôležitým krokom pri k zvýšeniu efektívnosti práce. V podniku je nutné, aby mal každý proces svojho vlastníka. Vlastníkom procesu je ten, ktorý tento proces do spoločnosti zaviedol a je zodpovedný za jeho zlepšovanie a celkové riadenie procesu v podniku. Zodpovednosť za odstraňovanie nezhôd v procese má na starosti operátor procesu, čiže človek, ktorý s daným procesom vo firme pracuje. [19]

Proces by mal obsahovať:

- vstupy a dodávateľ a vstupov,
- vlastníka, operátora transformácie,
- výstupy a odberateľ a výstupov,
- merateľné výstupné parametre pre hodnotenie výkonnosti procesu,
- cieľové hodnoty výstupných parametrov,
- riadiace parametre na zabezpečenie požadovaných výstupných parametrov. [7]

Zákonitosti výrobného procesu:

- proporcionálnosť znamená kvantitatívnu vyváženosť medzi jednotlivými zložkami VP. Má vecný, časový a priestorový aspekt,
- paralelnosť predstavuje možnosť súbežne vytvárať časť alebo všetky rovnaké či rozdielne činnosti,
- rytmickosť znamená, že v rovnakých časových intervaloch sa vynaloží rovnaké množstvo jednotlivých druhov výrobných faktorov a dosiahne sa rovnaké, alebo vzrastajúce množstvo výroby,
- nepretržitosť je prejavom uplatňovania proporcionality, paralelnosti a rytmickosti výrobného procesu. [7]

Proces možno chápať ako súbor dielčích činností meniacich vstupy na výstupy za spotreby určitých zdrojov v regulovaných podmienkach. Vstupy dodávané internými alebo externými dodávateľmi, sú celé v procese spotrebované na výstupy. Hmotné resp. informačné výstupy sú výsledkom (produktom) procesu, ktorý má svojho zákazníka. Zdroje sa v priebehu procesu nespotrebojú, ale sú podmienkou k jeho vykonaniu (napr. ľudia, technika a pod.). [17]

Existuje množstvo nástrojov, ktorými sa proces dá merať, je dôležité aby sme zistili parametre procesu teraz a potom, aby sme videli ako sa daný proces zlepšuje. [17]

### **2.2.2 Účastníci procesu**

Každý proces má svojho vlastníka, to isté platí aj o tom, že proces sa zväčša uskutočňuje s účasťou fyzických osôb. Len nepatrné množstvo procesov prebieha bez ľudskej účasti. Existuje šesť základných účastníkov procesu s ktorými sa najčastejšie stretneme v životnom

cyklu procesu. Môžu sa radiť podľa určitých špecifických rolí, vzťahu k procesu, znalostí a rozsahu zodpovednosti:

- **zákazník** - je to osoba, ktorá pociťuje určitú túžbu a snaží sa ju utíšiť. Tento pocit môže byť uspokojení práve výsledkom určitého procesu. Napríklad výrobou konkrétneho produktu alebo poskytnutím služby. Za výsledok procesu, či už v podobe výrobku alebo služby je zákazník ochotný zaplatiť.
- **dodávateľ** - poskytuje vstupy v podobe hmotných alebo nehmotných materiálov. Vstupy sú v procese jednou z najnákladnejších súčastí, bez nich by proces nemohol začať.
- **sponzor** - alebo zástupca procesu, je človek, ktorý sa stará o bezproblémové a efektívne fungovanie procesu. Táto osoba býva väčšinou členom managementu v určitom podniku.
- **vlastník podniku** - je vysoko postavený manažér, ktorého úlohou je zodpovedať za proces ako celok. Vlastník podniku sa snaží o prosperitu podniku a preto sa snaží čo naviac prispôbovať požiadavkám zákazníkov.
- **šampión procesu** - špecialista, ktorý pozná proces do hĺbky. Orientuje sa vo všetkých prvkoch, ktoré proces ovplyvňujú a usiluje sa predanie svojich znalostí ďalším osobám, kvôli neustálemu zvyšovaniu kvality a produktivity.
- **operátor** - pracuje priamo s procesom a môže ovplyvňovať jeho kvalitu alebo čiastkové činnosti, ktoré sú späté s výkonnosťou procesu. [17]

### 2.2.3 Hranice procesu

Prvým krokom pri definovaní procesu je stanoviť jeho hranice. Hranica procesu je miesto, kde proces začína a končí. Práve rozhranie procesu je pre efektívne riadenie procesu dôležitým aspektom. Každý proces má svoj začiatok a koniec. Hranice procesu sú určované vstupmi a výstupmi. [2]

Začiatkový spúšťač sa spustí, keď niekto vykoná akciu na vstup, ktor dostane od dodávateľa (iná pracovná skupina, predajca alebo osoba). Vstup môže byť fyzický, ako napríklad suroviny, diely alebo to môže byť určitá osoba, informácie atď. Koncový spúšťač sú výsledky procesu, ktoré sú odovzdané zákazníkovi (iná pracovná skupina, osoba alebo externý zákazník). Výstup môže byť fyzický, napríklad nejaký prístroj alebo môže mať podobu informácií, ako napríklad email. Procesy sa delia na hlavné a vedľajšie, vid'. tabuľka č. 1. [17]

<i>Hlavné procesy</i>	<i>Pomocné procesy</i>
Získavanie zákazníka	Prieskum trhu Zhotovenie reklamy Rôzne druhy akcií
Nákup surovín	Získavanie dodávateľov Ocenenie dodávateľov z hľadiska kvality, dodávky a ceny
Plánovanie výrobného procesu	Plán existujúcej alebo novej výroby Príprava surovín na výrobu
Realizácia výrobného procesu	Monitorovanie výrobného procesu Oceňovanie hotových výrobkov Balenie výrobkov
Logistika	Distribúcia na domácom trhu Distribúcia na zahraničnom trhu Zásobovanie surovinami a materiálom
Skladové hospodárstvo	Príjem na sklad Výdaj zo skladu
Rozvoj systému riadenia kvality	Plánovanie riadenia kvality Monitorovanie riadenia kvality Zdokonaľovanie systému riadenia kvality

**Tab. 2.1: Hlavné a pomocné procesy v podniku, Zdroj: [2]**

#### **2.2.4 Procesné riadenie**

Súčasný systém manažérstva kvality kladie čoraz vyšší dôraz na riadenie procesov. Procesné riadenie je disciplína, ktorá sa zaoberá zlepšovaním procesov, tým že ich analyzuje, zisťuje ako fungujú za rôznych podmienok, vykonáva zlepšenia, monitoruje tieto zlepšenia procesov a neustále ich optimalizuje. Je to v podstate súbor aktivít, pomocou ktorých je možné dosiahnuť špecifické organizačné ciele. Založené je na princípe riadenia a vzájomného pôsobenia všetkých podnikových procesov. Procesné riadenie je dlhodobý proces aktivít, ktoré zahŕňajú vytrvalé zlepšovanie procesov. Na základe procesného riadenia je možné zlepšovať procesy bez automatizácie a bez technológie. Cieľom je zlepšiť poradie, prehľad a efektívnosť pracovných postupov, ktoré tvoria daný obchodný proces. Predchádza a redukuje sa tým

akýkoľvek chaos v práci, ktorá vytvára proces. Cieľom pre organizácie, ktoré sú zapojené do procesného riadenia je prevziať kontrolu nad ich nespočetnými procesmi a neustále sa snažiť ich optimalizovať, aby vytvorili účinnejšiu organizáciu, ktorá bude schopná lepšie produkovať svoje výrobky a služby. Procesné riadenie je určené na podporu vedúcich pracovníkov organizácie, ktorí sa usilujú dosiahnuť nielen prevádzkovú efektívnosť, ale pracujú na realizácii svojich špecifických cieľov celej organizácií. [14]

Procesné riadenie sa skladá z viacerých faktoroch. Medzi základné aspekty súčasnej koncepcie manažérstva kvality patria:

- zameranie sa na zákazníka (užívateľa produktu alebo služby),
- zavedenie systému tímovej práce,
- zavedenie systému motivácie a odmeňovania za kvalitu a jej riadenie,
- výchova a školenie všetkých pracovníkov. [18]

Procesné riadenie je dôležité hlavne kvôli tomu, že dovoľuje vedúcim pracovníkom porozumieť rôznorodým procesom vnútri organizácie, analyzovať ich a zlepšovať. Taktiež napomáha manažérom nielen dosahovať individuálne úlohy, ale dáva im možnosť mať väčší vplyv na celkové výsledky. Efektívny priebeh procesného riadenia, môže znížiť množstvo odpadu, obmedziť chyby, ušetriť čas a generovať lepšie služby a produkty a okrem toho neustále prináša zlepšenia. Dosiahnutá úroveň kvality produktov je znakom správne zvládnutého koordinovania procesov a zapojenia všetkých organizačných činností na dosiahnutie nárastu hodnoty pre zákazníka. Pretože procesné riadenie nie je jednorazová úloha, vedúci organizácie riadia priebežné obchodné procesy a zameriavajú sa na hľadanie nových spôsobov optimalizácie podnikových procesov, z ohľadom na nové tržné trendy a príležitostiach, ako sú napríklad vznikajúce technológie, lepšia klientska podpora alebo automatizácia úloh v rámci celého procesu. [18]

Prechod na procesné riadenie umožní spoločnosti efektívne navrhnuť svoje podnikové procesy, optimalizovať väzby medzi nimi a tiež vytvoriť takú organizačnú štruktúru, ktorá bude efektívnosť priamo podporovať. Pre organizácie, ktoré postupujú podľa noriem ISO 9000, je neoddeliteľnou súčasťou manažérstva kvality a v plnej miere podporujú procesne orientovaný prístup za účelom zlepšenia účinnosti zavedeného systému manažérstva kvality a zvýšenia spokojnosti zákazníkov. [14]

Procesné riadenie využíva pre správne nastavenie procesov v organizácií, za účelom inovácie procesov tieto metódy:

- BCM (Business Continuity Management),
- BPM (Business Process Management),
- ITIL (riadenie ICT procesov),
- FMEA,
- Six Sigma,
- Demingov cyklus (PDCA cyklus),
- DMAIC - cyklus zlepšovania,
- Štatistické metódy,
- ISO 9001 Systém manažmentu kvality,
- Total Quality Management. [14]

## 2.3 Vybrané metódy a nástroje kvality

V ďalšej podkapitole diplomovej práce, budú pre lepšie pochopenie charakterizované vybrané metódy a nástroje kvality. Tieto metódy sú použité pri spracovaní praktickej časti.

### 2.3.1 FMEA

Najhlavnejšou z vybraných metód je pre diplomovú prácu, práve metóda FMEA, v nasledujúcej časti bude metóda podrobne popísaná.

Failure Mode and Effects Analysis (FMEA) v preklade znamená Analýza možných chýb a ich následkov, tento názov sa vo väčšine prípadov neprekladá a v praxi je zaužívaná jeho skratka FMEA. FMEA je štruktúrovaný prístup na hľadanie potencionálnych chýb, ktoré môžu existovať v dizajne produktu alebo v procese. Metóda mala v minulosti slúžiť, ako nástroj na hľadanie závažných rizík pre spoločnosť NASA. Až o desať rokov neskôr bola aplikovaná na jedno z vozidiel spoločnosti Ford, kvôli jeho zlej kvalite. V 80-tych rokoch minulého storočia, bola metóda spracovaná do príručky kvality normy QS 9000. FMEA slúži na včasné odhalenie a na znižovanie chýb procesov. Existuje nepísané pravidlo, že čím skôr je chyba objavená, tým budú nižšie náklady na jej odstránenie. Ak je chyba zistená neskoro dopad tejto chyby je o to devastujúcejší. FMEA je jeden z množstva nástrojov používaných na prevenciu, čiže zisťovanie chýb v začiatkoch procesov. Ako dôležitý metodický nástroj je FMEA integrovaná do procesov a je jednoznačne efektívna pri identifikácii a oprave chýb procesu. Tým znižuje neprijemné dôsledky zlej výkonnosti podniku. [1]

FMEA môže byť použitá napríklad pri:



- vytváraní nových produktov, procesov alebo služieb,
- plánovaní zavedenia existujúceho procesu v iných podmienkach,
- existencii cieľa pri zvyšovaní kvality pre konkrétny proces,
- porozumení alebo zlepšovaní chýb procesu. [27]

Je doporučené vykonávať FMEA v určitých časových intervaloch životnosti procesu, pretože kvalita a spoľahlivosť musia byť pravidelne kontrolované a zlepšované pre optimálne výsledky.

FMEA je možné rozdeliť do dvoch typov:

1. vo vývoji produktu prostredníctvom S-FMEA a D-FMEA,
2. vo vývoji procesu (výroba a montáž) prostredníctvom P-FMEA. [27]

### **Systémová FMEA (S-FMEA)**

Systémová FMEA je analýza celého systému, ktorý je tvorený z viacerých subsystémoch. Tento typ FMEA sa sústreďuje hlavne na problémy v systéme, čo zahŕňa bezpečnosť systému, systémovú integráciu, jednotlivé väzby systému s ďalšími systémami alebo subsystémami. Ale taktiež prepojenie s okolitým prostredím, ľudské väzby, služby alebo iné problémy, ktoré môže spôsobiť chyby v systéme. Vo všeobecnosti povedané orientuje sa na identifikáciu potenciálnych slabých miest, najmä na rozhraniach, ktoré môžu vzniknúť spolupôsobením jednotlivých dielov, interakciou v rámci vlastného systému a s prostredím. Inými slovami so systémovou FMEA sa sústreďuje na funkcie a vzťahy, ktoré sú jedinečné v celkovom systéme. [29]

### **Dizajnová FMEA (D-FMEA)**

Ďalším typom je dizajnová FMEA, v podstate to je metodický prístup, ktorý je používaný na identifikáciu potenciálnych rizík v novo-vytvorenom alebo zmenenom dizajne produktu. Pomocou D-FMEA sa skúmajú riziká potenciálnych slabých miest, ktoré vznikajú dimenzovaním jednotlivého dielu a siahajú až po znaky produktov. Takéto chyby v dizajne alebo v spôsobe využitia, môžu mať zlý dopad na zákaznícke hodnotenie alebo bezpečnosť. [27]

## **Procesná FMEA (P-FMEA)**

Tento typ FMEA sa využíva pri výrobnom procese a zdôrazňuje, ako sa má tento výrobný proces vylepšiť, aby vyhovel všetkým požiadavkám kvality a aby nebolo nutné tento proces prerábať. P-FMEA skúma riziká všetkých procesov na výrobu produktov a ich faktorov vplyvu na proces.

Pri použití existujúcej základnej FMEA je potrebné vytvoriť podľa projektových špecifik novú FMEA, ktorá bude prispôbená príslušnému prípadu použitia. [10]

## **Tvorba FMEA**

Pred samotnou tvorbou FMEA je nutné zložiť tím z odborníkov zo všetkých oborov, ktoré sú v tom procese zainteresované.

FMEA prebieha v troch etapách. Prvou z etáp je identifikácia a analýza možných chýb. Potom pokračuje navrhnutie opatrení a poslednou etapou je vyhodnotenie navrhnutých opatrení po zavedení do procesu. Zmyslom metódy je hľadanie možných chýb. Prioritu chýb definujú tri komponenty: - pravdepodobnosť výskytu vady - význam (dôležitosť) vady - pravdepodobnosť odhalení vady. Komponenty sa hodnotia na škále od 1-10. Na konštrukciu FMEA sa využíva tzv. FMEA formulár. Tento formulár je v podobe tabuľky a zvyčajne obsahuje 17 častí. Do prvého stĺpca sa zapisujú všetky operácie alebo kroky v danom procese. Do druhého stĺpca v poradí sa zaznamenávajú eventuálne chyby, ktoré sa môžu v procese objaviť. Nasleduje ďalšia kolónka, v poradí tretia, do ktorej sa značí možný dôsledok chyby. Do štvrtej časti sa zapisuje závažnosť chyby. Závažnosť chyby je ohodnotená podľa nasledujúcej tabuľky č. 2.2 na hodnotiacej škále od 1-10. [4]

Dôsledok	Dopad na zákazníka	Dopad na výrobu	Hodnotenie
<b>Kritický - bez výstrahy</b>	Kritické znaky pre zákazníka, spôsob závady ohrozuje bezpečný chod vozidla	Môže bez výstrahy ohrozovať operátora	<b>10</b>
<b>Kritický - s výstrahou</b>	Signifikantné znaky pre zákazníka, spôsob závady ohrozuje bezpečný chod vozidla s výstrahou	Môže bez výstrahy ohrozovať operátora s výstrahou	<b>9</b>
<b>Veľmi závažný</b>	Signifikantné znaky pre zákazníka - vozidlo / prvok nefunguje	100% vyrobených výrobkov sa musí šrotovať	<b>8</b>
<b>Závažný</b>	Signifikantné znaky pre zákazníka - vozidlo / prvok funguje ale úroveň výkonu je znížená, zákazník je veľmi nespokojný	Výrobky sa musia pretriediť a časť sa musí vyšrotovať	<b>7</b>
<b>Mierny</b>	Vozidlo prvok funguje ale prvky ovplyvňujúce komfort nefungujú. Zákazník je nespokojný.	Časť výrobkov sa musí šrotovať bez triedenia.	<b>6</b>
<b>Nízky</b>	Prvky ovplyvňujúce komfort fungujú so zníženým výkonom. Zákazník je nespokojný.	Výrobky sa musia 100% opraviť mimo linky.	<b>5</b>
<b>Veľmi nízky</b>	Znížena funkcia prvku. Chyby si všimne 75% zákazníkov.	Časť výrobkov sa musí vytriediť a opraviť mimo linky bez šrotovania	<b>4</b>
<b>Nepatrný</b>	Znížena funkcia prvku. Chyby si všimne 50% zákazníkov.	Časť výrobkov sa musí vytriediť a opraviť na linke, nie počas výroby	<b>3</b>
<b>Zanedbateľný</b>	Znížena funkcia prvku. Chyby si všimne 25% zákazníkov.	Časť výrobkov sa musí vytriediť a opraviť na linke počas výroby	<b>2</b>
<b>Žiadny</b>	Žiadny znateľný dôsledok	Pre obsluhu žiaden dopad	<b>1</b>

**Tab. 2.2: Návrh kritérií hodnotenia závažnosti pre FMEA procesu, Zdroj: [31]**

Následne pokračuje stĺpec číslo 5, kde zapíšeme nájdené všetky pravdepodobnosti príčin. Na tento krok nadväzuje opäť bodové ohodnotenie od 1-10 odhadu pravdepodobnosti výskytu chyby v kolónke číslo 6. Bodové ohodnotenie je dané na základe tabuľky č. 2.3. [1]

Pravdepodobnosť výskytu	známka, bodovanie	QS 9000				VDA
		Možný výskyt	PPM	(%)	Ppk	PPM podľa P 170 110
		"x" chybných dielov z 1000 dielov	"n" chybných dielov z 1.000.000 dielov	"%" chybných dielov	Predbežná spôsobilosť procesu	"n" chybných dielov z 1.000.000 dielov
veľmi vysoký výskyt, pretrvávajúca chyba	10	≥ 100 / 1 000	100 000	10	< 0,55	100 000
	9	50 / 1 000	50 000	5	≥ 0,55	50 000
vysoký výskyt, častá chyba	8	20 / 1 000	20 000	2	≥ 0,78	20 000
	7	10 / 1 000	10 000	1	≥ 0,86	10 000
mierny výskyt, príležitostná chyba	6	5 / 1 000	5 000	0,5	≥ 0,94	5 000
	5	2 / 1 000	2 000	0,2	≥ 1,00	2 000
	4	1 / 1 000	1 000	0,1	≥ 1,10	1 000
nízky výskyt, relatívne zriedkavá chyba	3	0,5 / 1 000	100	0,05	≥ 1,20	100
	2	0,05 / 1 000	50	0,01	> 1,30	50
minimálny výskyt, nepravdepodobná chyba	1	≤ 0,001 / 1 000	1	0,0001	≥ 1,67	1

**Tab. 2.3: Hodnotenie pravdepodobnosti výskytu príčiny chyby pre FMEA procesu,**

Zdroj: [31]

V siedmom stĺpci popíšeme súčasné opatrenia orientované na prevenciu. Ďalší stĺpec v poradí je zameraný na súčasnú kontrolu na detekciu a taktiež vytváranie podnetu pre zásah. Pokračujeme kolónkou číslo 9, kde sa zaznamenáva pravdepodobnosť odhalenia chyby. V tomto prípade taktiež použijeme hodnotiacu škálu podľa tabuľky, ktorá sa nachádza v tabuľke č. 2.4: Hodnotenie pravdepodobnosti odhalenia príčiny chyby pre FMEA procesu. [4]

známka / bodovanie	Odhalenie	kritéria pre odhalenie	A	B	C	popis spôsobu odhalenia
10	skoro vylúčené	absolútna istota že chyba nebude odhalená			X	Chybu / poruchu <b>nevieme kontrolou odhaliť</b> , alebo sa produkt na danú chybu / poruchu <b>nekontroluje</b>
9	veľmi nepravdepodobné	kontrolné opatrenia poruchu pravdepodobne neodhalia			X	Kontrola sa vykonáva len <b>nepriamo, alebo náhodne</b>
8	nepravdepodobné	kontrolné opatrenia majú malú šancu poruchu odhaliť			X	Kontrola je vykonávaná <b>len vizuálne</b>
7	veľmi nízka pravdepodobnosť	kontrolné opatrenia majú malú šancu poruchu odhaliť			X	Kontrola sa vykonáva len <b>dvojitou vizuálnou kontrolou</b>
6	nízka pravdepodobnosť	kontrolné opatrenia môžu poruchu odhaliť		X	X	Kontrola je vykonávaná pomocou <b>pravidelných skúšok podľa návodu na kontrolu</b>
5	mierna pravdepodobnosť	kontrolné opatrenia môžu poruchu odhaliť		X		Kontrola sa zakladá na <b>skúške meraním</b> , po tom čo diely opustili výrobný stroj (stanicu), <b>kontrola kalibrom (dobrý/zlý) na 100% dielov, regulácia procesu, 100% vizuálna kontrola na zvláštnom pracovisku vo výrobe</b>
4	mierne vyššia pravdepodobnosť	kontrolné opatrenia majú dobrú šancu poruchu odhaliť	X	X		<b>(Automatické) odhalenie chyby pri nasledujúcich výrobných operáciách, alebo skúška kalibrom pri zoradení a kontrole prvého kusu</b>
3	Vysoká pravdepodobnosť	kontrolné opatrenia majú dobrú šancu poruchu odhaliť	X	X		<b>(Automatické) odhalenie chyby na pracovisku, alebo odhalenie pri nasledujúcich výrobných operáciách pri dodávke, výber dielov, inštalovanie, verifikovanie.</b>
2	veľmi vysoká pravdepodobnosť	kontrolné opatrenia takmer s istotou poruchu odhalia	X	X		<b>Automatické odhalenie chyby na pracovisku s automatickým vylúčením nezhodných dielov.</b> Nezhodné diely nie sú pustené ďalej.
1	Istota odhalenia	kontrolné opatrenia odhalia poruchu s istotou	X			<b>Nezhodné diely sa nedajú vyrobiť</b> , pretože proces alebo produkt je proti vzniku chýb zaistený.
Druh kontroly						
A	Kontrola automatmi alebo regulácia procesu (SPC). Proces je zaistený voči chybám automaticky					
B	Kontrola poloaumatmi, alebo kalibrmi - v procese kontroly je minimalizovaný vplyv človeka					
C	Skúška vykonávaná človekom, veľký vplyv človeka na skúšku, výsledok skúšky.					

**Tab. 2.4: Hodnotenie pravdepodobnosti odhalenia príčiny chyby pre FMEA procesu,**

Zdroj: [31]

V nastávajúcom stĺpci číslo 10 je vypočítané RNP. Index RPN (Risk Priority Number) určuje mieru závažnosti analyzovanej chyby. RNP sa vypočíta ako súčin troch hodnôt. Prvé z hodnôt sú body za závažnosť, potom sú to body za pravdepodobnosť výskytu a nakoniec body za pravdepodobnosť odhalenia. Podľa veľkosti absolútnej hodnoty tohto čísla možno

jednotlivým potenciálnym chybám určiť prioritu opatrení na zamedzenie ich výskytu. Maximálna hodnota čísla môže byť  $10 \times 10 \times 10 = 1000$  bodov. Čím je číslo väčšie, tým má väčšiu prioritu v riešení. Tieto hodnoty sú následne zoradené v zostupnom poradí podľa RNP. Pomocou pravidla 80/20 alebo tzv. Paretovho princípu, sa 20% položiek s najvyšším číslom budú riešiť ako prvé. Toto pravidlo vždy neplatí, pretože položky, ktoré majú hodnoty 9-10, musia byť bezodkladne riešené, medzi prvými. Po týchto výpočtoch nasleduje kolonka s nápravnými opatreniami, ktoré sú pre zlepšenie procesu nevyhnutné. Uprednostňujeme opatrenia, ktoré znižujú výskyt, pred opatreniami, ktoré zvyšujú pravdepodobnosť odhalenia. V ďalšom stĺpci zase vyplníme, kto odpovedá za realizáciu nápravných opatrení a aký je predpokladaný dátum realizácie. V stĺpci 13 sa zapíše, aké opatrenia boli prijaté, pretože sa môže stať, že budú odlišné od návrhu. Taktiež táto časť slúži aj pri zdokumentovaní histórie. Potom nasledujú tri stĺpce, kde vyplníme nové body po realizácii nápravných opatrení. Pokračujeme rovnako, podľa tabuliek a dávame nové body od 1-10 za závažnosť, výskyt a pravdepodobnosť odhalenia. Poslednou časťou pri vytváraní FMEA je výpočet nového RPN. [1]

### 2.3.2 Poka-yoke

Metóda poka-yoke bola vytvoril v šesdesiatich rokoch minulého storočia Shigeo Shingo v Japonsku. Shingo bol priemyselný inžinier a pracoval v Toyote. Presadzoval teóriu nulovej kontroly kvality, pomocou Poka-yoke technik chcel opraviť pravdepodobné chyby a zistiť zdroj týchto chýb, aby predchádzal chybám. Originálny názov tejto metódy bol baka-yoke, čo sa dá preložiť, ako blbo vzdorný, neskôr však bol kvôli tomuto hanlivému názvu zmenený na poka-yoke. Poka-yoke sa znamená chybám-vzdorný, ale tento názov sa väčšinou neprekladá. Poka-yoke je mechanizmus, ktorý využíva štíhla výroba, aby sa vyhla chybám. Jeho účelom je eliminovať chyby výrobku prevenciou, opravou alebo upozorňovaním na ľudské chyby, keď sa vyskytnú. [1]

Význam tejto metódy je hlavne v tom, aby pomohla ľuďom a procesom pracovať správne na prvýkrát a tak bolo nemožné, aby nejaké pochybenia nastali. Tieto techniky dokážu jednoznačne vylepšiť kvalitu a spoľahlivosť výrobkov a procesov znižovaním chýb. Tento prístup k výrobe je používaný pri neustálom zlepšovaní. Metóda poka-yoke je výhodná aj z nákladového hľadiska. Poka-yoke metódy je možné využiť v každej situácii, kedy môže

nastať porucha, preto sa dá využiť či pri výrobkoch alebo službách, ako prevencia pred chybami. [13]

Typy chýb, ktoré môžu vo výrobe nastať:

*Procesná chyba* - operácia procesu chybovala alebo sa nevykonávajú podľa štandardného operačného postupu.

*Nastavovacia chyba* - pri použití nesprávneho náradia alebo nesprávneho nastavenia stroja.

*Chýbajúca časť* - nie všetky časti sú zahrnuté v procese montovania, zvarovania alebo iných procesov.

*Nesprávna časť/položka* - použitá chybná časť v procese.

*Operačná chyba* - nesprávne vykonanie operácie; s nesprávnou verziou špecifikácie.

*Chyba merania* - chyby v nastavení stroja, meraní merania alebo rozmeroch súčiastky prichádzajúcej od dodávateľa.

Poka yoke má jednoduchú aplikáciu, vďaka jej univerzálnosti. Pri jej aplikovaní by sa malo riadiť podľa základných krokov. [23]

### **2.3.3 Paretova analýza**

Zakladateľom tejto analýzy je taliansky ekonóm Vilfred Pareto, ktorý v roku 1906, prišiel s myšlienkou, že 80% z talianskeho bohatstva patrí iba 20% populácie. Tento princíp neplatí len v Talianku, ale dá sa praktizovať aj v ostatných krajinách. Paretov princíp upozorňuje, že väčšina vecí v živote nie je distribuovaná rovnomerne. Všeobecne sa dá povedať, že ekonóm Pareto na základe získaných štatistických údajov, vychádzal z toho, že 80% problémov vzniká kvôli 20% príčin. Napríklad 20% zákazníkov sa podieľa na 80% ziskov alebo 20% zamestnancov produkuje 80% výroby. Cieľom tejto analýzy je zistenie hlavných príčin problémov a zameranie sa na ich odstránenie. Neskôr v roku 1940 americký inžinier Dr. Joseph Juran, túto teóriu spopularizoval, tým, že ju prezentoval na množstve situáciách, ktoré sa týkali prevažne problémov ohľadom kvality. Rozhodol sa, že pravidlo 80/20 pomenuje, ako Paretov princíp. Nie je však zásadou, že to musí byť v pomere 80/20. Môžu nastať prípady, kedy napríklad 20% zamestnancov vytvára 10% výsledkov. Myšlienka, že nie všetko je rozdeľované spravodlivo smeruje k tomu, že nežijeme v perfektnom svete. Pretože v perfektnom svete by bolo

všetko spravodlivé, každý zamestnanec by vytváral rovnaký výstup, každý človek by bol rovnako dôležitý. Hlavnou ideou je, že každá jednotka vstupu (práca, čas atď.) nevytvára rovnaké množstvo výstupu. Pri Paretovom princípe je dôležité zistiť, že väčšinové výsledky vychádzajú z malých vstupov. V praxi to znamená, že je lepšie sústrediť svoju pozornosť na 20% príčin, ktoré majú veľký dopad, než 80%, ktoré nemajú taký veľký efekt. [3]

Paretova analýza sa dá využiť vo viacerých oblastiach. Vo všeobecnosti je to v prípadoch, kedy potrebujeme:

- rozdeliť problém do viacerých častí.
- identifikovať hlavné príčiny, ktoré najviac prispievajú k problému.
- každý výskyt môže byť kategorizovaný. [3]

V oblasti kvality sa Paretova analýza, môže využiť v rámci:

- analýzy počtu rôznych výrobkov a ich druhov,
- analýzy strát s nimi spojených,
- analýzy časových a finančných strát spojených s vyrovnaním rozličných výrobkov,
- analýzy reklamácií z hľadiska finančných strát či dôvodov reklamácií,
- analýzy príčin výroby rôznych výrobkov,
- príčin prestojov strojov,
- analýzy porúch a havárií zariadenia,
- opotrebovaní náradia atď. [6]

Podľa Paretovej analýzy je možné rozdeliť problémy do rôznych kategórií. Rovnaký problém, môže byť kategorizovaný v rozdielnymi spôsobmi a rôzne spôsoby kategorizovania dát, môžu odpovedať na odlišné otázky.

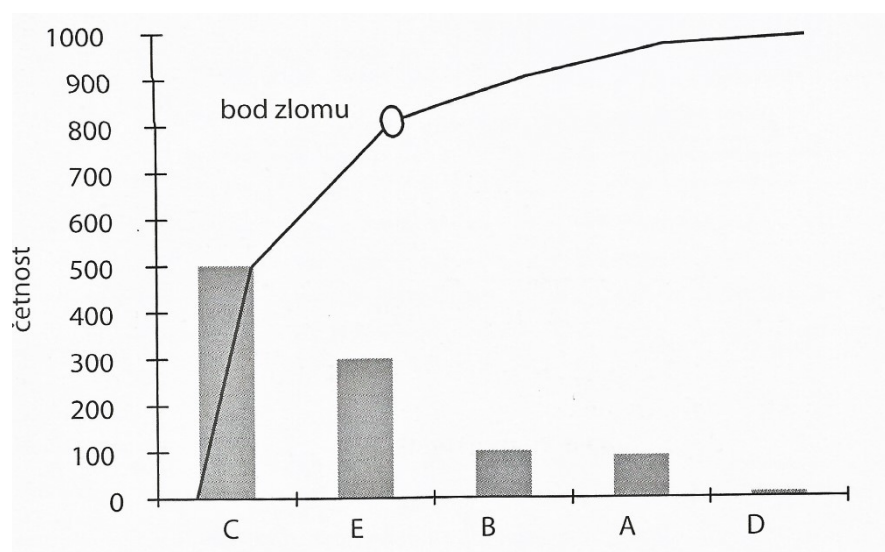
*Kategorizovanie podľa typu problému* - tento rozdelenie na typy problémov, býva väčšinou používané, ako prvý krok pri snahe vyriešiť problém. Zvyčajne sa tento spôsob využíva pri chybách a defektoch.

*Kategorizácia podľa záchytných bodov k problému* - tento spôsob sa často využíva až po využití prvého spomenutého spôsobu. Otázky typu, kto?, čo?, kde?, kedy?, prečo?, ako? pomáhajú určiť problém. Príkladom môže byť v prípade chyby na stroji, položiť otázky, kedy sa to stalo, ktorý stroj je chybný atď.



*Kategorizácia podľa časti celku* - Paretová analýza je niekedy využívaná na rozčlenenie situácií na jeho časti alebo kroky. Tento spôsob môže poukázať nato, ktoré kroky sú nákladné alebo zaberajú príliš času. [6]

Pri konštrukcii Paretovej analýzy sa vo veľkej miere používa brainstorming, ktorý riadi skupina odborníkov. Prvým krokom je zber dát, tieto dáta sú zvyčajne v podobe, počtu výskytov určitého problému alebo veľkosti dopadu týchto problémov za určité časové obdobie. Je nutné zozbierať dostatočné množstvo dát, aby dobre reprezentovali daný problém. [1]



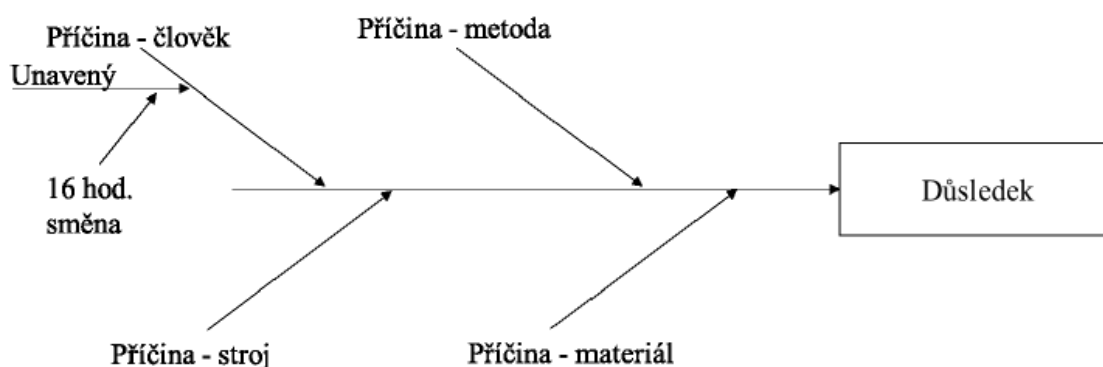
**Obr. 2.1: Paretov diagram**, Zdroj:[1, s. 88]

Nazbierané údaje zoradíme zostupne, podľa hodnôt zvoleného ukazovateľa, napr. podľa počtu chýb jednotlivých strojov, ukazovateľ samozrejme môže byť použitý odlišný, podľa riešeného problému. Vytvorí sa stĺpcový graf, kde na vodorovnej ose sú zobrazené kategórie príčin a na zvislej ose sú zobrazené podiely na probléme v percentách. Táto hodnota podielu býva často vyjadrená, ako celkový počet chýb a vypočíta sa, ako kumulatívne súčty hodnôt ukazovateľa a následne sa tieto súčty vyjadria v percentách. Z kumulatívnych hodnôt je možné zakresliť do grafu tzv. Lorenzovu krivku, ktorá je spojnicou týchto bodov. Na základe voľby kritéria chýb sa stanovujú chyby, na ktoré sú hľadané tzv. životne dôležité a prevedieme ich hlbšiu analýzu s cieľom znížiť počet chýb. Spôsob nápravných opatrení je na možnostiach (finančných, technických atď.) podniku. [1]

Pareto diagram sa môže využiť samostatne alebo spolu s inou analýzou. Najúčinnější je kombinácia s Ishikawa diagramom. [3]

### 2.3.4 Ishikawa diagram

Strojcom Ishikawa diagramu je profesor Kaoru Ishikawa. Narodil sa v roku 1915 a vyštudoval univerzitu v Tokyu, kde sa venoval oboru strojárstvo. Na tejto univerzite získal neskôr aj titul profesora. V živote bol za svoju prácu, ktorá sa týkala kvality, viackrát ocenení. Ishikawa diagram má množstvo pomenovaní, je známy tiež pod názvom diagram príčin a následkov alebo diagram rybej kosti (na základe jeho vzhľadu, ktorý pripomína rybiu kosť). Profesor Ishikawa skonštruoval tento diagram, za účelom, aby napomáhal systematicky vylepšovať kvalitu. Taktiež bol zástancom otvorenej komunikácie v tímoch a tento krok bral, ako jeden z kritických pri zostavovaní diagramu. Vo všeobecnosti je diagram príčin a následkov využívaný pri nepretržitom hľadaní, rozdeľovaní a dokumentovaní príčin odchýlok kvality vo výrobe. Napomáha spoločnostiam pri analyzovaní a hľadaní krokov k odstráneniu príčin, ktoré spôsobujú znižovanie kvality. [15]



**Obr. 2.2: Ishikawa diagram**, Zdroj:[1, s.86]

Ako je očividné z obrázku č. 2.2, Ishikawa rozdelil dôvody problému do 6 hlavných kategórií. Jednotlivé príčiny problémov sa delia na hlavné a vedľajšie alebo odvodené príčiny. Hlava ryby predstavuje fundamentálny problém. Hlavné kosti ryby odhaľujú kľúčové príčiny problému, ktoré sú skryté za príznakmi. Jedná sa o 4 základné skupiny 4M (machine - stroj, material - materiál, man - človek, methods - metódy). Niektoré knižné zdroje uvádzajú až 6 skupín, k stávajúcim štyrom sa pridávajú ešte mother nature/environment - príroda a measurements - meranie. Ako už bolo vyššie spomenuté základné príčiny sa ešte môžu vetviť

na vedľajšie príčiny, ktoré sú znázornené menšími rybími kostami. Východiskom tohto diagramu sa zisťujú kľúčové príčiny a po ich nájdení je ďalším krokom ich eliminácia. [1]

### 2.3.5 Vývojový diagram

Vývojový diagram sa začal využívať približne od roku 1920. Prví, ktorí predstavili diagram boli priemyselní inžinieri Frank a Lillian Gilbreth, ktorý ho predstavili ako nástroj na dokumentovanie procesov. Vývojový diagram, po anglicky flowchart, je grafické znázornenie špecifických krokov alebo aktivít procesu. Pomáha porozumieť, štandardizovať a zlepšovať pracovné procesy. Tento nástroj bol využívaný už od roku 1930, ale stal sa populárnym až v 60 rokoch 20. storočia, keď ho začali rozsiahlejšie používať počítačoví programátori na mapové znázornenie logiky rôznych programov. Vývojový diagram je silný nástroj pri:

- identifikovaní miest, ktoré potrebujú zlepšenie,
- návrhu zlepšovania procesu,
- lepšom pochopení a zmapovaní súčasného procesu,
- spolupráce pri identifikácii a dokumentácii metód pri práci s kľúčovými krokmi (inak nazývané aj štandardizácia),
- monitorovaní a aktualizovaní procesu, v prípade zmien podmienok.

Vývojový diagram sa využíva v rôznych oboroch, ako napríklad predaj, audit, vývoj nových výrobkov, pri procese kontroly kvality atď. [1,14]

#### Typy diagramov

Rôzni autori popisujú odlišne typy vývojových diagramov. Medzi najpoužívanějších 4 typoch patria:





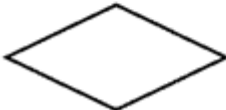
**Document Flowchart** - zmysel tohto vývojového diagramu je mať prehľad a kontrolu nad tokom dokumentácie, ktorá je v systéme.

**Data Flowchart** - v tomto prípade, sa namiesto dokumentov, kontrolujú v systéme dáta. Tento typ vývojového diagramu ukazuje prioritne dátové toky v systéme, než samotnú kontrolu nad nimi.

**System Flowchart** - ukazuje prietok dát do a cez hlavné komponenty systému, ako sú napríklad vstupné dáta, programy, úložisko dát a komunikácia sietí.

**Program Flowchart** - znázorňuje kontrolu riadenia tokov v programe v rámci systému.

V nasledujúcom obrázku č. 2.3 sú znázornené základné symboly, ktoré sú používané pri vývojovom diagrame. [23]

Názov	Symbol
Štart/koniec	
Šípka	
Vstup/výstup	
Proces	
Rozhodovanie	

**Obr. 2.3: Vývojový diagram - význam symbolov**, Zdroj:[vlastné spracovanie]

### Vysvetlenie symbolov

- Štart/Koniec - používajú sa na zaznačenie začiatku a konca procesu.
- Šípka - používa sa na vyjadrenie spojenia.
- Vstup/Výstup - používané na informácie o vstupoch a výstupoch.
- Proces - označenie znamenajúce určitý krok v procese alebo vykonávanú akciu v rámci celého procesu.
- Rozhodovanie - používané na označenie bodu, v ktorom nastáva rozhodovanie, ďalej sa proces rozdeľuje podľa daného rozhodnutia. [28]

### Tvorba vývojových diagramov

V prvých krokoch vývoja diagramov je nutná, dôkladná príprava všetkých podkladov a dát. Vďaka tomuto kroku, je možné sa vyhnúť viacerým problémom spojených s aplikovaním metódy v podniku. Taktiež je pred samotným začatím diagramu potrebné:

1. Definovať rozsah procesu, čo je jeho primárnym cieľom a aké kroky budú potrebné.
2. V prípade potreby previesť brainstorming.
3. Poznanie, ako funguje súčasný proces.
4. Poradiť sa pri návrhu z každým zainteresovaným človekom a prípadné poznámky zahrnúť do vývojového diagramu. [14]

Po tejto príprave, nasleduje už konštrukcia vývojového diagramu. Zostavovanie diagramu má svoj postup.

- Krok č. 1 – prvým krokom je identifikácia procesu, ktorý je vybraný na zmapovanie a zachytenie všetkých detailoch.
- Krok č. 2 – nutné je si určiť, kde proces začína a kde naopak končí.
- Krok č. 3 – premyslite si všetky potrebné aktivity a procesy, ktoré musia prebehnúť, aby sa vám podarilo splniť cieľ.
- Krok č. 4 – zorad'te aktivity a procesy z predošlého kroku do správneho poradia.
- Krok č. 5 – zoradené aktivity následne prepojte šípkami, ktoré ukazujú priebeh procesu a jednotlivé väzby.
- Krok č. 6 – poraďte sa z ďalšími odborníkmi v podniku o prípadných vylepšeniach.
- Krok č. 7 – neprestávajúce proces kontrolovať v určitých časových intervaloch a pracujte na nepretržitom zlepšovaní. [28]

### 3. Charakteristika vybrané společnosti

#### 3.1 História

Nadnárodný koncern Schaeffler Gruppe je nemecká spoločnosť so strojárskym portfóliom výroby, ktorá sa svojim postavením na trhu, radí k svetovým technologickým spoločnostiam. Spoločnosť sa zameriava na dodávky pre automobilový a ostatný priemysel s globálnou pôsobnosťou. Skupina Schaeffler je jedným z popredných inovátoroch a taktiež sa môže pochváliť vysokou technologickou vyspelosťou. V súčasnosti vyrába produkty, ako sú komponenty a systémy v motore, prevodovky a podvozky alebo riešenia valivých a klzných ložísk. Prvý slovenský podnik bol založený v roku 1991 v Skalici a bol vedený pod názvom INA-ZVL Skalica. Vtedajší vlastníci majetku boli INA a ZVL. Zatiaľ čo INA vlastnila 70% ZVL vlastnila len 30% majetku. Vyrábali sa tu oceľové zvárané klieťky. Neskôr v tomto roku sa otvorila aj technická kancelária INA ložiska s. r. o. Praha v Žiline s pôsobnosťou pre Slovensko. V roku 1993 vzniklo samostatné obchodné zastúpenie pre Slovenskú republiku v Žiline pod názvom INA ložiská Žilina. V tomto roku taktiež vznikla organizačná zložka FAG ISS v Bratislave. V nasledujúcom roku 1994 bola vybudovaná INA SKALICA, v tomto prípade sa na majetkovej účasti úplne podieľala INA. O tri roky nato sa v tomto výrobnom závode spustila výroba. V roku 2000 sa zahájila výroba v novopostavenom výrobnom závode INA Kysuce a taktiež sa do tohto závodu presťahovali INA ložiská zo Žiliny. Názov INA ložiská sa premenoval o šesť rokov nato na Schaeffler Slovensko. Závody Skalica a Kysuce sa neustále zväčšovali a v roku 2007 mali tieto závody celkový počet zamestnancov vyšší než 6000. Výrobná plocha sa rozrástla na 162 400 m<sup>2</sup>. Rok 2007 bol zaznačený do histórie podniku aj vďaka tomu, že sa organizačná zložka FAG ISS v Bratislave integrovala do Schaeffler Slovensko a týmto krokom sa vytvorilo spoločné zastúpenie značiek INA a FAG. [24]

V rámci stratégie sa Schaeffler zameriava na tzv. „mobilitu pre zajtrajšok. Snaží sa o to, aby ako technologický líder s inovatívnymi myšlienkami a vysokými požiadavkami na kvalitu, vytváral podmienky pre svet, ktorý bude čistejší, bezpečnejší a inteligentnejší. Schaeffler sústreďuje svoje podnikateľské činnosti na základe troch hlavných myšlienok, partnerskej spolupráci, systémového chápania a najvyšších výrobných kompetencií. [30]

V súčasnosti má Schaeffler dokopy viac než 92 000 zamestnancov a vlastní závody po celom svete. Prevádzky sa nachádzajú v Amerike, Ázii, Číne a Európe. Najväčší počet tržieb z týchto kontinentov majú Európske závody. Celkový obrat podniku bol v roku 2017 vyčíslený na 14 mld. EUR. Čo je oproti roku 2011 nárast o 2,9 mld. EUR. Schaeffler patrí so svojimi 170

prevádzkami k najväčším rodinným podnikom v Európe. Prevádzky má vo viac ako 50 krajinách. Na Českom a Slovenskom trhu sú dokopy štyri prevádzky. V Česku sa nachádzajú dva závody a to závod Schaeffler Production CZ, s.r.o. v Lanškroun a Svitanach. Na Slovensku sú to už vyššie spomenuté závody situované v Skalici a Kysuckom Novom Meste. Predaj produktov INA a FAG poskytuje obchodné zastúpenie Schaeffler Slovensko v Kysuckom Novom Meste a v Bratislave. Okrem 72 výrobných centier disponuje aj s 18 výskumnými a vývojovými centrami a odbytovými spoločnosťami. [30]

### **3.2 Schaeffler Kysuce**

Závod Schaeffler Kysuce patrí k najväčším závodom skupiny Schaeffler a je najväčším závodom na Slovensku. Prevádzka bola postavená v roku 1999, ako druhý podnik skupiny Schaeffler na Slovensku. Stavebné práce na tomto závode pokračovali až do roku 2016, kedy sa ukončila výstavba logistickej haly. Pôvodne sa tento závod menoval INA Kysuce, až v roku 2014 bol premenovaný na súčasný názov Schaeffler Kysuce, spol. s r. o. [24]

Výrobná plocha tejto prevádzky je 112 456 m<sup>2</sup>. Dokopy zamestnáva vyše 5000 zamestnancov a celkové tržby z predaja vlastných výrobkov a služieb sú 593 mil. EUR. Prevádzka sa nachádza na ulici Doktora G. Schaefflera 1 v Kysuckom Novom Meste.

Kysucké Nové Mesto je okresné mesto na Slovensku ležiace v Žilinskom kraji. Hospodárske a kultúrne stredisko dolných Kysúc je najstarším mestom na Kysuciach. Dôvodom výberu práve tohto mesta pre závod Schaeffler je jeho dlhoročná strojárská tradícia. Vďaka týmto kvalitám, závod Kysuce malo k dispozícii kvalifikovaných zamestnancov pre všetky funkčné úrovne. Zamestnancom prevádzka poskytuje viaceré benefity či už v podobe školení, formou vzdelávacích kurzov, ale aj finančné výhody, sociálne programy, doplnkové dôchodkové sporenia atď. Schaeffler Kysuce patrí k najväčším zamestnávateľom na Kysuciach. [30]



*Obr. 3.1: Schaeffler Kysuce, Zdroj:[25]*

### **3.2.1 Organizačná štruktúra**

Vlastníkom spoločnosti je Schaeffler Gruppe, spol s.r.o. Spoločnosť patrí nemeckým vlastníkom. V Schaeffler Kysuce je hlavným riaditeľom M. Jurky. Ten je zodpovedným za oblasti Campus (centrálne oddelenie) a Automotive. Za oblasť Industrie je zodpovedný p. Macháček. V centrálnom oddelení alebo tzv. podporných útvaroch sú pod hlavným zodpovedným, vedúcich jednotlivých oddelení či už kvality, personálneho oddelenia, atď. Oblasť Industrie je rozčlenená ešte na dvoch segmentleiter (vedúcich segmentov P11 a P12). Oddelenie Automotive sa delí na tri hlavné výrobné jednotky (MU Automotive) a každý z nich má svojho vedúceho. Následne sa pod vedúcimi výrobných jednotiek nachádzajú vedúci jednotlivých segmentov, rozčlenení podľa MU (Manufacturing unit). Celá organizačná štruktúra sa nachádza v prílohe č. 2. [30]

### **3.2.2 Výrobné portfólio**

Medzi výrobné portfólio Schaeffler Kysuce patria dvojradové guľkové ložiská, upínacie ložiská, prevodovkové a spojkové ložiská, guľkové závitové pohony, kolesové ložiská, vodiace a napínacie kladky, voľnobežky, parkovacie a prevádzkové brzdné systémy, stabilizátor



náklonu vozidla. Celkovo sa v podniku vyrába 24 produktových skupín, ktoré sa odzrkadľujú v cca 3 316 vyrábaných typorozmeroch. Z celkovej výroby sa sústreďuje 14% na odvetvie Industrial a 86% na odvetvie Automotive. V sektore Industrial ponúka spoločnosť viac než 225 000 produktov pre približne 60 000 odvetví s viac než 40 000 zákazníkmi. [30]

V časti Industry patria k hlavným odberateľom značky John Deere a Bosh. Tento sektor sa sústreďuje na výrobu súčastí do motoriek, traktorov, vysokozdvížných vozíkov, lietadiel, atď. V druhom sektore, ktorý tvorí väčšiu časť sa vyrábajú produkty a poskytujú služby pre automobily, medzi najvýznamnejších zákazníkov patria firmy BMW, Daimler, Porsche, Tesla a Volkswagen. Spoločnosť má silnú zákaznícku základňu s viac ako 11 800 zákazníkmi. [30]

Spoločnosť disponuje portfóliom komponentov a systémových riešení, ktoré sú z hľadiska kvality a veľkosti celosvetovo jedinečné. Vďaka 92 000 zamestnancom pracujúcim podľa zásad kvality „nulovej tolerancie chýb“ spoločnosť zaručuje najvyššiu kvalitu. Spoločnosť disponuje s viac než 2 400 prihlásenými patentmi a týmto si zasluhuje pozíciu silného inovátora v oblasti priemyslu.

Závod Schaeffler Kysuce sa riadi normami kvality:

- IATF 16949 (platný do: 2020-12-10),
- ISO 9001:2015 (platný do: 2020-12-10). [30]

Pod značkami INA, LuK a FAG spoločnosť Schaeffler vyvíja a vyrába špičkové produkty pre všetky pohyblivé diely pre stroje, závody a motorové vozidlá. Ložiská značky INA a FAG a spojky značky LuK spĺňajú najvyššie nemecké štandardy kvality. Široký sortiment produktov a rozsiahle vedomosti a skúsenosti spoločnosti Schaeffler predstavujú pevný základ v jej snahe poskytovať služby na trhu prvotnej montáže a výmeny. [30]

Produktové portfólio spoločnosti Schaeffler je veľmi rozmanité. Výroba produktov sa delí na jednotlivé segmenty. Segmentov je dokopy 14 a každý segment vyrába iné výrobky. Na nasledujúcich obrázkoch sú vyobrazené produkty podľa príslušných pracovísk. Najväčšia pozornosť sa v diplomovej práci kladie na segment P43, ktorý vyrába produkt KGT. [30]

## **1. Segment P11**

### *Produktová línia 04*

- Lineárna technika

### *Produktová línia 13*

- Vodiace, oporné a vačkové kladky

### *Gul'kové ložiská*

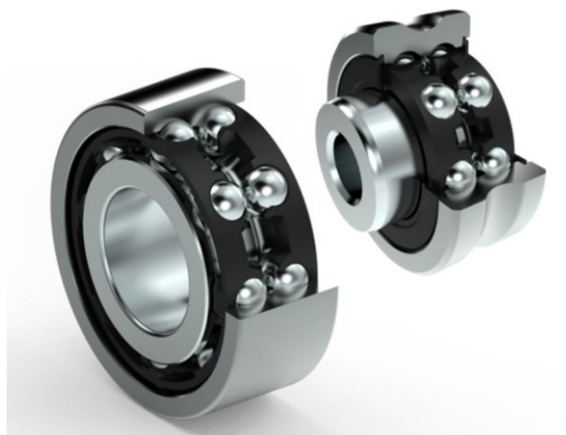
- 6000, 6200, 4200, 4300

### *Šikmé ložiská*

- 3000, 3200, 3300

### *Vodiace kladky*

- LR, LFR



**Obr. 3.2:** Valčekové kladky, Zdroj: [30]

## **2. Segment P12**

### *Produktová línia 14*

- Gul'kové a upínacie ložiská

### *Produkty*

- Upínacie ložiská
- Liatinové jednotky



**Obr. 3.3:** Gul'kové a upínacie ložiská, Zdroj: [30]

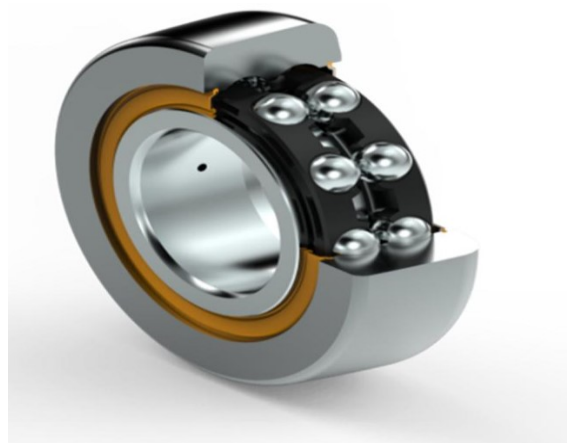
### **3. Segment P13**

#### *Produktová línia 12*

- Valčekové ložiská

#### *Produkty*

- Vodiace kladky pre stojanové vedenia  
HULK, KTRK, HMTR, LRQ



**Obr. 3.4: Valčekové ložiská, Zdroj: [30]**

### **4. Segment P15**

#### *Produktová línia 14*

- Gul'kové a upínacie ložiská

#### *Produkty*

- Tandemové gul'kové ložiská s  
kosouhlým stykom



**Obr. 3.5: Gul'kové a upínacie ložiská Zdroj: [30]**

### **5. Segment P21**

#### *Produktová línia 14*

- Gul'kové ložiská
- Upínacie ložiská

#### *Produkty*

- 61800, 61900, 3800, 3900
- Špeciálne gul'kové ložiská a  
ložiská s kosouhlým stykom



**Obr. 3.6: Produkt KGT, Zdroj: [30]**

## 6. Segment P22

### Produktová línia 08

- Napínacie a vodiace kladky

### Produkty

- Radiálne guľkové ložiská s nastrekovanou plastovou alebo nalisovanou kovovou remenicou, popr. iné nalisované upínacie prvky podľa požiadaviek zákazníka



Obr. 3.7: Radiálne guľkové ložiská, Zdroj: [30]

## 7. Segment P23

### Produktová línia 08

- Voľnobežné remenice

### Produkty

- IR



Obr. 3.8: IR, Zdroj: [30]

## 8. Segment P32

### Produktová línia 33

- Kolesové ložiská

### Produkty

- Kolesové ložiská 3. generácie



Obr. 3.9: Kolesové ložiská, Zdroj: [30]

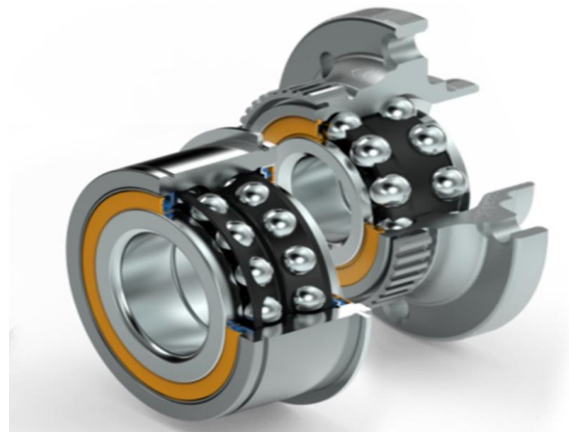
## 9. Segment P33

### Produktová línia 33

- Kolesové ložiská

### Produkty

- Kolesové ložiská  
1., 2. a 3. generácie
- Malé série
- Komponenty (AU, FL) pre kolesové ložiská



**Obr. 3.10: Kolesové ložiská, Zdroj: [30]**

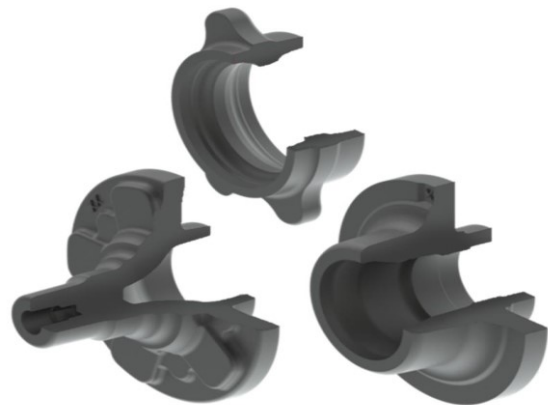
## 10. Segment P34

### Kováčňa

- Horizontálne a vertikálne zapustené výkovky

### Produkty

- Výkovky pre komponenty kolesových ložísk 1., 2. a 3. generácie
- Vežový výkovok pre kužeľové ložiská



**Obr. 3.11: Výkovky, Zdroj: [30]**

### Hlavní zákazníci

- u IWK, FAG Schweinfurt,
- Schaeffler Austria

## **11. Segment P35**

### *Produktová línia 33*

- Kolesové ložiská

### *Produkty*

- Kolesové ložiská 1. generácie
- Komponenty (IR) pre kolesové ložiská 2. a 3. generácie



**Obr. 3.12: Kolesové ložiská, Zdroj: [30]**

## **12. Segment P41**

### *Produktová línia 55*

- Závitové lineárne vedenie (KGT)
- u E-booster

### *Produkty*

- Elektronická parkovacia brzda (EPB)
- E-booster



**Obr. 3.13: Závitové lineárne vedenie - KGT, Zdroj: [30]**

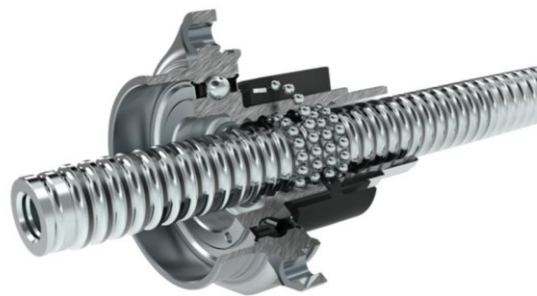
### 13. Segment P42

Produktová línia 55

- Závité lineárne vedenie (KGT)

Produkty

- RBNA (KGT)



Obr. 3.14: RBNA - KGT, Zdroj: [30]

### 14. Segment P43

Produktová línia 55

- Závité lineárne vedenie  
(KGT)

Produkty

- RBNA (KGT), komponenty



Obr. 3.15: KGT - komponenty, Zdroj: [30]

#### 3.2.3 Popis produktu

Praktická časť práce bude venovaná aplikovaním metódy FMEA na časť produktu KGT. Výrobok KGT bol pre prácu zvolený na základe odporúčenia manažéra kvality, nakoľko je tento výrobok jedným z najdôležitejších súčastí riadenia vo vozidle. V tejto časti bude bližšie charakterizovaný samotný produkt. KGT je elektro-hydraulické riadenie. Elektro-hydraulicky podporované riadenie spája v sebe výhody hydraulickej podpory s elektrickými výhodami. Servočerpadlo, ktoré by sa normálne poháňalo s pomocou klinového remeňa, sa v tomto prípade nahradí elektromotorom. Prívod energie prostredníctvom elektrického kábla umožňuje väčšiu flexibilitu ohľadne polohy zabudovania celej riadiacej jednotky. Oproti čisto hydraulickému zariadeniu je možné výrazne skrátiť dĺžky rozvodov, okrem toho odpadá chladiaci slučkový obvod. Výhody sa ukazujú v zlepšenom využití zástavbového priestoru,



okrem toho je servopodpora zaručená aj pri odstávke motora. Dodatočne k tomu použitie elektrického pohonu, prináša zo sebou zníženie spotreby energie oproti zariadeniu poháňanému s klinovým remeňom a nastavenie charakteristiky riadenia individuálne v závislosti od vozidla. Jednotlivé komponenty, ktoré sú súčasťou KGT sú znázornené v prílohe č.1. [33]

Elektromechanické riadenie – KGT(A)

**KGT(A) – (Kugel Gewinde Triebe Automotive)**

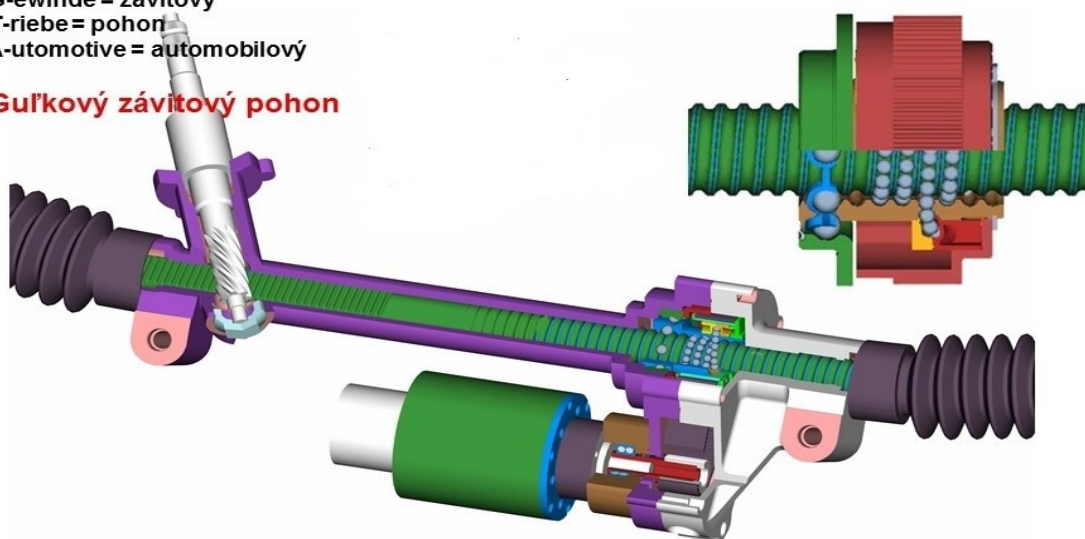
K-ugel = guľkový

G-ewinde = závitový

T-riebe = pohon

A-utomotive = automobilový

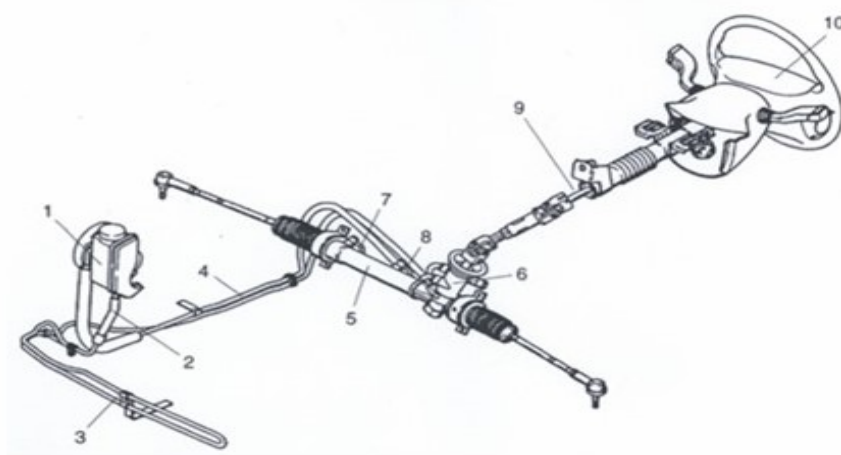
**Guľkový závitový pohon**



**Obr. 3.16: Produkt KGT, Zdroj: [33]**

Hydraulické riadenie s posilovačom je najrozšírenejším spôsobom podpory riadenia. Vychádzajúc z konštantného rozstupu zubov riadiaceho mechanizmu (prevodovky riadenia) sa pri hydraulickom riadení s posilovačom prenáša podporná sila na ozubenú (hrebeňovú) tyč s pomocou hydraulického valca (5), ktorý je hnaný (plnený) čerpadlom (1). V závislosti od toho, do ktorého smeru je volant natočený a aká reakčná (záťažová) sila pôsobí na kolesách privádza riadiaci ventil (6), olej pod tlakom do potrubí (rozvodov) valcov (7) a (8). Toto je znázornené na obrázku č. 3.17. [33]





**Obr. 3.17:** *Nákres hydraulického riadenia s posilovačom*, Zdroj: [33]

V prílohe č. 1 sa nachádza obrázok, kde je produkt KGT rozložený na jednotlivé časti zostavy. Základom je ozubená tyč, guľková závitová hnacia jednotka a guľkové závitové riadenia. Následne sa produkt rozdeľuje na ďalšie časti. Jednou z častí KGT je aj vonkajší krúžok, práve jednému z procesov pri jeho výrobe bude venovaná najväčšia pozornosť v tejto diplomovej práci.

### 3.2.4 Výrobné procesy

Pri práci s vnútorným krúžkom vzniká 10 základných procesov, vid' príloha č. 3. Prvý pracovný proces je *sústruženie*, nasledujú:

- tepelné spracovanie,
- brúsenie čiel,
- brúsenie vonkajšieho priemeru,
- pranie a konzervovanie v roztoku PERO,
- brúsenie a honovanie obežnej dráhy,
- popis lasérom,

- pranie v roztoku SOLVACS,
- kontrola fluxovaním,
- pranie v priebežnej pračke.

Táto práca sa bude sústrediť na proces sústruženie, práve v tomto procese sa budeme snažiť o zlepšenie. [34]

### 3.2.4.1 Sústruženie

Sústruženie je trieskové obrábanie vnútorných alebo vonkajších rotačných plôch, pri ktorom obrobok vykonáva hlavný rotačný pohyb a nástroj, ktorým je väčšinou sústružní nôž pohyb vedľajší. [20]

Sústruženie je forma obrábania, proces odstraňovania materiálu, ktorý sa používa na vytvorenie rotačných častí odrezaním nežiaduceho materiálu. Proces otáčania vyžaduje sústruh alebo točovku, obrobok, upínací nástroj a rezný nástroj. Obrobok je kus predtvarovaného materiálu, ktorý je pripevnený k upínaciemu nástroju, ktorý je sám pripevnený k otočnému stroju a umožňuje mu sa otáčať pri vysokých rýchlostiach. Rezačka je typicky jednobodový rezací nástroj, ktorý je tiež zaistený v stroji. Niektoré operácie taktiež využívajú viacbodové nástroje. Rezný nástroj vstupuje do rotujúceho obrobku a odrezáva materiál vo forme malých triesok, čím sa vytvára požadovaný tvar. Sústruženie sa používa na výrobu rotačných, typicky axi-symetrických častí, ktoré majú mnoho vlastností, ako sú otvory, drážky, závity, zúženia, rôzne stupne priemeru a dokonca aj kontúrované povrchy. Časti, ktoré sú vyrobené len otáčaním často zahŕňajú komponenty, ktoré sa používajú v obmedzených množstvách, napríklad pre prototypy, ako sú napríklad špeciálne navrhnuté hriadele a upevňovacie prvky. Sústruženie sa tiež bežne používa ako sekundárny proces na pridávanie alebo zjemňovanie prvkov častí, ktoré boli vyrobené iným spôsobom. Vďaka vysokým toleranciám a povrchovým úpravám, je sústruženie ideálne na pridanie presných rotačných prvkov do časti, ktorej základný tvar už bol vytvorený. [20]

Existuje množstvo druhov sústruhov, ako sú napríklad, hrotové, čelné, zvislé, (karusely), revolverové a špeciálne. [20]

## 4. Analýza procesu a návrh řešení pro jeho zlepšení

V tejto časti diplomovej práci analyzujeme vytýčený proces a jeho stav v súčasnosti, potom navrhujeme riešenie pre jeho zlepšenie a na základe aplikácie metódy FMEA procesu súčasného stavu a stavu po nápravnom opatrení zistíme, ako sa celý proces zlepšil.

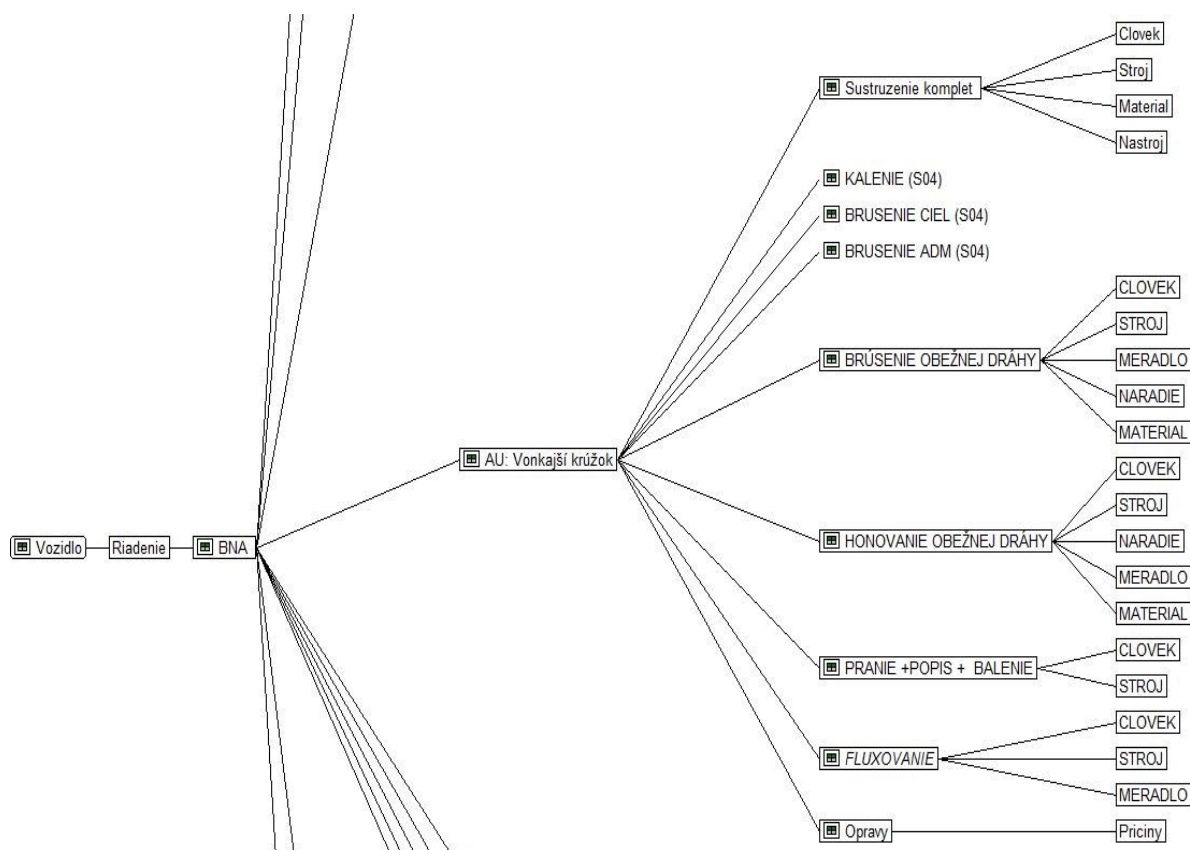
### 4.1 Analýza súčasného procesu

Každý manažér kvality najmä v oblasti automobilového priemyslu sa stretáva s nástrojom FMEA. Spoločnosť Schaeffler využíva na aplikovanie metódy FMEA software s názvom APIS IQ-FMEA. Pomocou tejto počítačovej podpory je prepojená design FMEA s procesnou. FMEA slúži na zisťovanie potenciálneho výskytu chýb, prostredníctvom pracovnej skupiny a na základe z minulosti získaných skúseností. Tieto zistenia sa vykonávajú včas a sú doplnené hodnotením rizík zlyhania objektu analýzy a navrhovaním opatrení na predchádzanie výskytu možných chýb. FMEA sa v priebehu času postupne aktualizuje, aby sa v spoločnosti presne dokumentovali a integrovali nové, vznikajúce informácie, vďaka ktorým sa stanovujú aktuálne riziká. Základom úspechu alebo neúspechu pri tvorbe FMEA je zloženie tímu, ich znalosti o výrobnom procese a znalosti z oblasti kvality hlavného tímového hráča - moderátora kt. musí dostať maximum z tímu. Tím by mal pozostávať z odborníkov na potrebné výrobné hlavné procesy aj podporné procesy. V spoločnosti Schaeffler sú pravidelné stretnutia FMEA tímu, ktorých sa zúčastnila aj autorka. Na týchto stretnutiach sa využíva brainstorming, ishikawa diagram a ďalšie nástroje na generovanie nových nápadov. Počas stretnutí sa tento tím skladá z technologa, kvalítara, plánovača kvality, zodpovedného pracovníka za výrobu a ďalších špecialistov podľa potreby. Tieto stretnutia bývajú 1x týždňa alebo podľa potreby.

Hlavička FMEA obsahuje 11 stĺpcov. V prvom stĺpci sú následky chýb, potom je to závažnosť, druh chyby, príčina chyby, preventívne opatrenia, pravdepodobnosť výskytu chyby, opatrenia detekcie, pravdepodobnosť odhalenia, index RPN, zodpovedná osoba a termín dokončenia. Základom pri tvorbe FMEA je vytvoriť štruktúru.

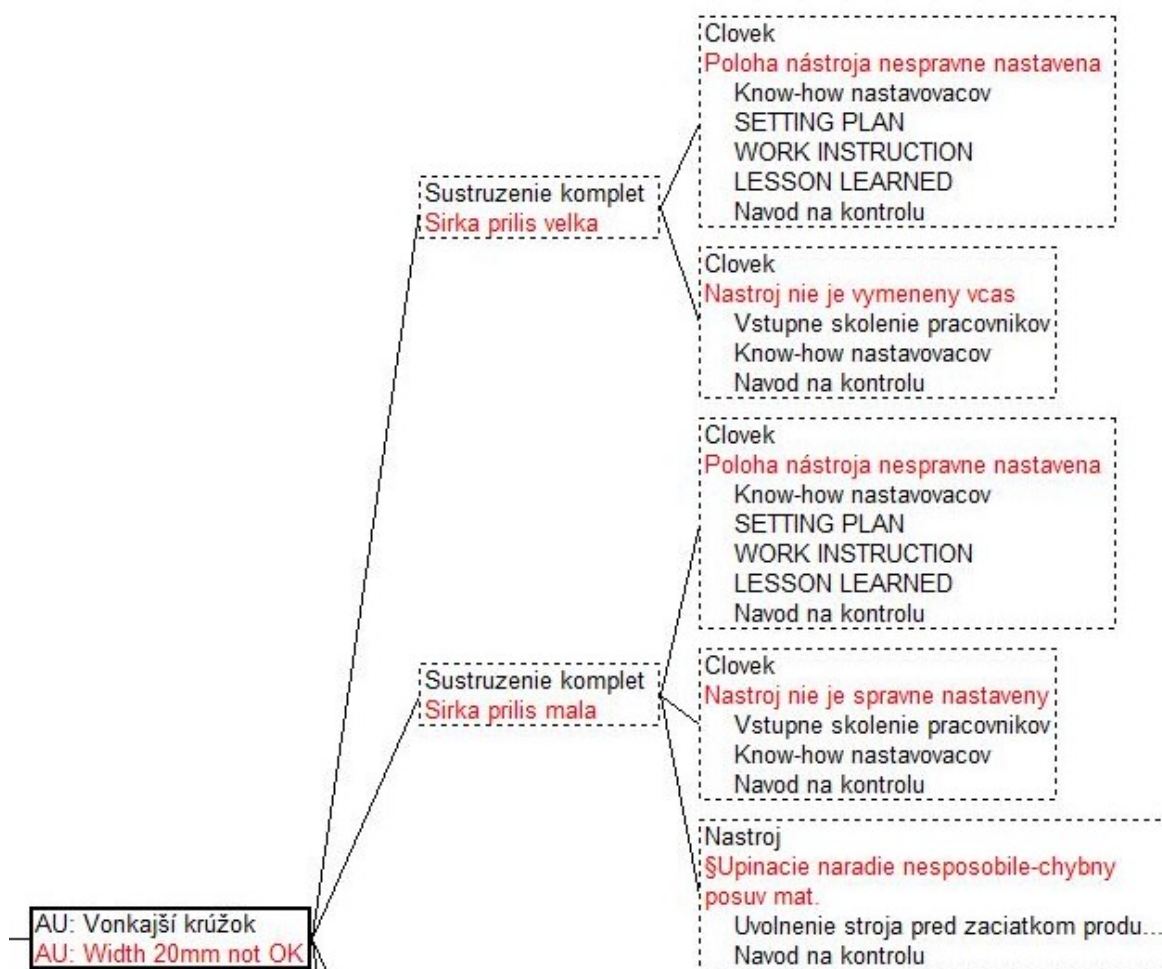
Na obrázku 4.1 je vidieť, že všetky procesy sú navzájom prepojené. Základ pre celkovú výrobu súčastí je vozidlo, pri ktorom je potrebné riadenie a súčasťou toho je posilňovač riadenia (na obrázku pod označením BNA), v našom prípade produkt KGT. Produkcia celého produktu je členená do ďalších súčiastok. Pre diplomovú prácu je dôležitá súčasť vonkajší krúžok, ktorej výroba sa člení ďalej do viacerých procesov. Systémová štruktúra je rozdelená do troch

kategórií, jednotlivý diel (v našom prípade vonkajší krúžok). Nasledujúca kategória sú kroky procesu pre výrobu/montáž jednotlivého dielu (sústruženie, brúsenie, honovanie, kalenie atď.) A poslednou kategóriou sú faktory s vplyvom na kroky procesu. V tejto skupine sa na každý proces aplikuje Ishikawa diagram, ktorý odhalí, hlavné príčiny vzniku chýb.



**Obrázok 4.1: Štruktúra PFMEA, Zdroj:[32]**

Ďalším krokom pri tvorbe PFMEA je analýza chýb, obrázok 4.2. Stávajúcim procesom sa v analýze chýb opisujú možné chybné funkcie systému. Na základe Ishikawa analýzy sa k chybám priradia pravdepodobné dôvody ich vzniku. Pomocou diagramu príčin a následkov v tomto kroku vzniká prepojenie chýb s dôsledkami a príčinami. Toto prepojenie sa nazýva tzv. chybová sieť. Príčiny chýb je nutne dôkladne analyzovať v tíme a nájsť nápravné opatrenia na ich odstránenie. Ku každému opatreniu je potrebné priradiť zodpovedného pracovníka ako aj termín.



**Obrázok 4.2: Analýza chýb PFMEA, Zdroj:[32]**

Pre potreby diplomovej práce je FMEA procesu rozdelená na jednotlivé časti. Celá tabuľka sa nachádza v prílohe č. 4. Tabuľka 4.1 ukazuje že následky chýb, môžu byť v obidvoch prípadoch zlyhania dosť závažné pre zákazníka. Keďže je Schaeffler veľkou spoločnosťou s množstvom procesoch, tak sa práca bude zameriavať iba na určitý jeden vytýčený proces a chybu. Praktická časť práce sa zaoberá problémom, ktorý vzniká príliš veľkou šírkou vonkajšieho krúžku alebo naopak príliš malou šírkou. Riešenie tejto konkrétnej chyby vznikol na podnet toho, že v čase riešenia diplomovej práce obdržala spoločnosť ohľadom nepresnej šírky produktu reklamáciu. Chybná šírka vonkajšieho krúžku zapríčiní, že nebudú správne vychádzať funkčné skúšky a taktiež zákazník takto nesprávne vyrobený kus nebude schopný namontovať v automobile na proti kus. Príčinou väčšiny chýb je zavinenie človekom, či už je nesprávne nastavená poloha nástroja alebo nástroj nie je vymenený včas.

Poslednou zistenou príčinou chýb je nespôsobilé upínacie náradie, ktoré má za následok chybný posuv materiálu.

Následky chyb (Effects)	Z (S)	Druh chyb (Failure mode)	K (C)	Príčina chyb (Cause)
[AU: Vonkajší krúžok] AU: Vplyv na montážny proces	6	Sirka prilis velka		[Clovek] Poloha nástroja nespravne nastavena
[AU: Vonkajší krúžok] AU: Width 20mm not OK				
[BNA ] > Geometria napojenia KGT nie je splnená				
[Riadenie] >> Nedodržané požiadavky na pretlačnú silu +	8			[Clovek] Nástroj nie je vymeneny včas
[Riadenie] >> Zákaznícka montáž a demontáž v dielni nie je zabezpečená	8	Sirka prilis mala		
[AU: Vonkajší krúžok] AU: Vplyv na montážny proces	6			[Clovek] Poloha nástroja nespravne nastavena
[AU: Vonkajší krúžok] AU: Width 20mm not OK				
[BNA ] > Geometria napojenia KGT nie je splnená				
[Riadenie] >> Nedodržané požiadavky na pretlačnú silu +	8			[Clovek] Nástroj nie je spravne nastaveny
[Riadenie] >> Zákaznícka montáž a demontáž v dielni nie je zabezpečená	8			[Nástroj] \$Upínacie naradie nespôsobile-chybný posuv mat.

**Tabuľka 4.1: Process FMEA, Zdroj: [32]**

V ďalšej časti procesnej FMEA máme ukázané preventívne opatrenia, ktoré boli zavedené a taktiež súčinom hodnotenia závažnosti, výskytu a pravdepodobnosti odhalenia je programom automaticky vypočítané RNP v predposlednom stĺpci. V poslednej časti je zaznačené, kto je zodpovedný za nápravné opatrenie a termín jeho ukončenia.

Preventivní opatření (Preventive action)	V (O)	Opatření detekce (Detection action)	D (D)	RPN (RPN)	O/T (R/D)
Stav opatření - počátek (Initial state): 31.1.2013					
Know-how nastavovacov	2	Navod na kontrolu	5	80	HUBOCAN, MARTIN 31.1.2013 ukončeno (completed)
SETTING PLAN					
WORK INSTRUCTION					
LESSON LEARNED					
Neplánována žádná další opatření (No further revision planned)					
Stav opatření - počátek (Initial state): 31.1.2013					
Vstupne skolenie pracovníkov	2	Navod na kontrolu	5	80	HUBOCAN, MARTIN 31.1.2013 ukončeno (completed)
Know-how nastavovacov					
Neplánována žádná další opatření (No further revision planned)					
Stav opatření - počátek (Initial state): 31.1.2013					
Know-how nastavovacov	2	Navod na kontrolu	5	80	HUBOCAN, MARTIN 31.1.2013 ukončeno (completed)
SETTING PLAN					
WORK INSTRUCTION					
LESSON LEARNED					
Neplánována žádná další opatření (No further revision planned)					
Stav opatření - počátek (Initial state): 31.1.2013					
Vstupne skolenie pracovníkov	2	Navod na kontrolu	3	48	HUBOCAN, MARTIN 31.1.2013 ukončeno (completed)
Know-how nastavovacov					
Neplánována žádná další opatření (No further revision planned)					
Stav opatření - počátek (Initial state): 31.1.2013					
Uvolnenie stroja pred zaciatkom produkcie	2	Navod na kontrolu	5	80	HRUSKA, PETER 31.1.2013 ukončeno (completed)
Neplánována žádná další opatření (No further revision planned)					

**Tabuľka 4.2: Process FMEA 2, Zdroj: [32]**

Spoločnosť Schaeffler používa na vyhodnotenie RNP podľa Schaeffler metodiky program risk matrix. Tento program automaticky prevedie Paretovu analýzu a roztriedi riziká do troch kategórií. Červená kategória sú riziká, ktoré je nutné okamžite riešiť. Sú to potencionálne reklamácie a musia byť vo výrobnom procese zabezpečené či už kontrolnými zariadeniami alebo POKA-YOKE prípravkami. V žltej sú riziká, ktoré nie sú až tak závažné, ale tím FMEA by sa mal v rámci zlepšovania zameriavať aj na zabezpečovanie týchto chýb. A v zelenom poli sú procesy, ktoré sú stabilné a pod kontrolou. V prílohe č. 5 je vidieť risk matrix z metódy FMEA pred návrhom opatrení. V červenom poli sa nenachádzajú žiadne riziká. V žltom poli je ich 9 a v zelenom poli 110. Práve riziká, ktoré sú v žltom poli budú predmetom zlepšovania v tejto práci .

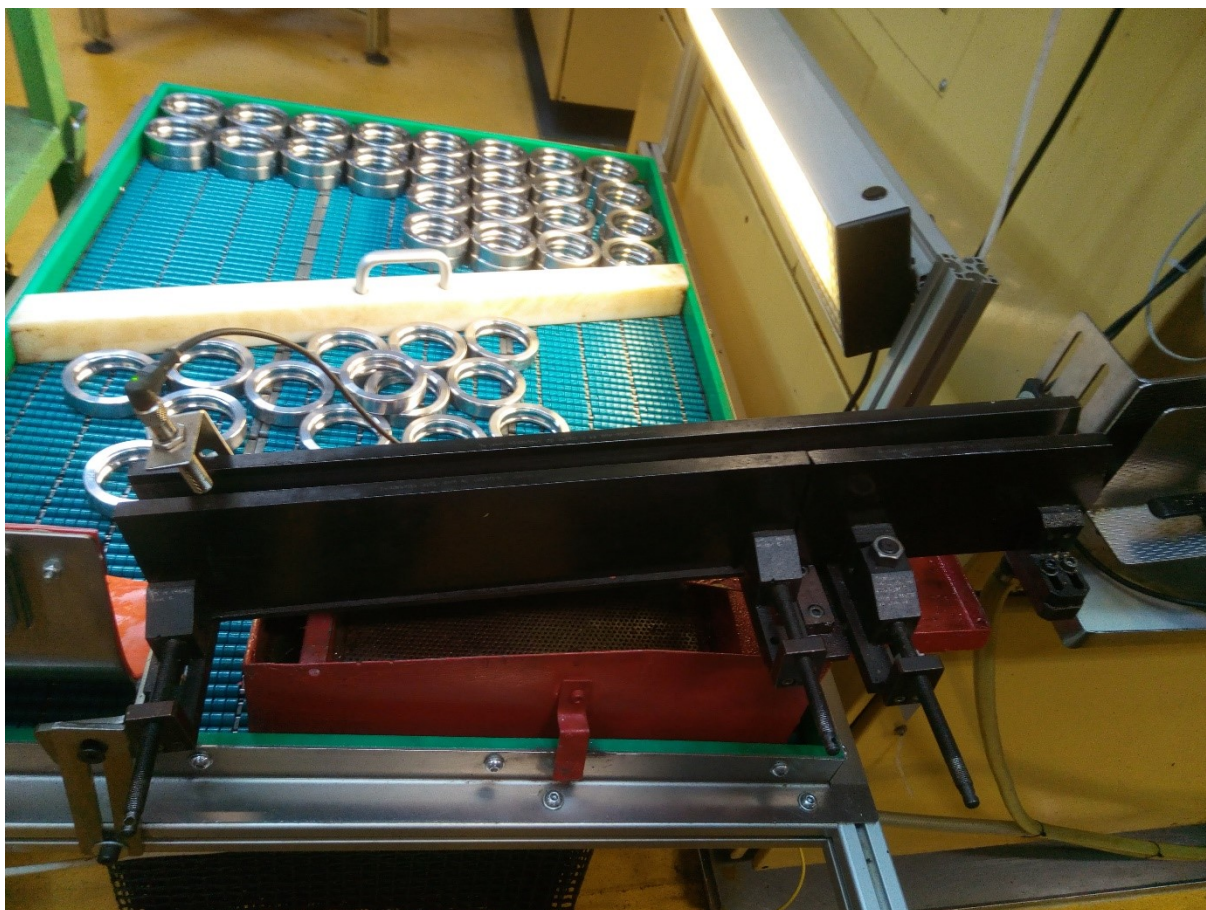
## 4.2 Návrh riešenia pre zlepšenie procesu

V tejto podkapitole bude navrhnuté riešenie pre zlepšenie procesu sústruženia vonkajšieho krúžku, presnejšie zníženie výroby produktov, ktoré nemajú špecifikovanú šírku.

Komponent hydraulického riadenia s posilovačom má označenie F-562899.31-KGTA-CC. Koncové označenie CC predstavuje informáciu, že sa jedná o bezpečnostný diel, čo znamená že pri jeho zlyhaní, môže dôjsť k ohrozeniu bezpečnosti alebo usmrteniu osôb a výrobná dokumentácia sa musí archivovať minimálne 15 rokov od ukončenia poslednej výroby. Berie sa preto veľký dôraz na vývoj konštrukcie, ale aj na 100% zabezpečené procesy výroby či už komponentov, ako aj samotnej montáže všetkých komponentov do montážneho celku.

Väčšina procesných chýb pri sústružení vonkajšieho krúžku, bolo vyriešených dodatočnými školeniami pracovníkov. Spoločnosť Schaeffler prijala reklamáciu od zákazníka ohľadom dodávky vonkajšieho krúžku, kde z 200 000 vyrobených kusov bolo 10 ks vonkajších krúžkov nesprávnej šírky. Na základe tejto reklamácie vznikla úloha pre FMEA tím, aby sa zabránilo výrobe chybných kusov. Proces sústruženia v podniku funguje na princípe, že pracovník naloží výkovok AU na dopravný pás, následne ho upne a výkovok sa začne sústružiť na sústruhu. Po sústružení ide vonkajší krúžok ďalej procesom kalenia, brúsenia atď. V tomto prípade sa nesprávne vyrobený produkt dostal cez ďalšie procesy až k zákazníkovi. Na schôdzke FMEA tímu, ktorej súčasťou bola aj autorka sa pomocou brainstormingu a ďalších nástrojov produkovali nové nápady na zamedzenie produkcie defektných výrobkov a tým aj na zníženie nákladov. Riešenie tohto problému je v podobe nainštalovania poka-yoke zariadenia na výstupný pás sústruhu (viď obrázok 4.3). Toto zariadenie funguje tak, že v prípade nevyhovujúcej šírky vonkajšieho krúžku je takýto výrobok okamžite zistený. V situácii, že je krúžok širší, tak po sústružení tento krúžok zostane zaseknutý na výstupnom páse a nedostane sa do poka-yoke zariadenia. Ak je krúžok príliš malý, takto vyrobený kus prejde cez výstupný pás do poka-yoke zariadenia a prepadne do červenej debničky pod ním, ktorá je oddelená od správne vyrobených kusov a nepokračuje ďalej do výroby. Princíp poka-yoke mechanizmu je v tom, že zabraňuje výrobe nesprávneho produktu a taktiež zamedzuje zle vyrobeným kusom pokračovať k ďalšiemu spracovaniu a následne až k zákazníkovi. Podrobnejší nákres poka-yoke zariadenia je v prílohe č. 6.





**Obrázok 4.3: Poka-yoke zariadenie, Zdroj:[vlastné spracovanie]**

Po zavedení poka-yoke zariadenia do výroby sa pravdepodobnosť odhalenia chyby podľa tabuliek, ktorými sa riadi spoločnosť Schaeffler zmení z hodnoty 5 na hodnotu 2. (viď. tabuľka 4.3). Celá tabuľka FMEA po nápravnom opatrení je v prílohe č. 7. Hodnotu 1 spoločnosť Schaeffler udeľuje len vo výnimočných prípadoch. Spoločnosť sa riadi pri hodnotení podľa normy QS9000, nakoľko je toto hodnotenie prísnejšie, ako nemeckej norma VDA.

Vzhľadom na zmenu hodnoty pravdepodobnosti odhalenia chyby sa zmenil aj výsledný index RPN. Táto hodnota sa zmenila zo 120 na 48. Taktiež sa zmenila hodnota rizík v žltom poli z 5 na 3. Dva riziká sa presunuli do zeleného poľa. Toto znamená, že tieto procesy sú pod kontrolou (viď. príloha č. 8 - Risk matrix po návrhu zlepšenia).

Příčina chyb (Cause)	Preventivní opatření (Preventive action)	V (O)	Opatření detekce (Detection action)	D (D)	RPN (RPN)	O/T (R/D)
[Nastroj] Upínacie naradie nesposobile-chybny posuv mat.	Stav opatření - počátek (Initial state): 31.1.2013					
	Uvolnenie stroja pred zaciatom produkcie	2	Pravidelna kontrola meranim	5	80	HRUSKA, PETER 31.1.2013 ukončeno (completed)
	☑ Stav opatření (Revision state): 1.3.2019					
	Reklamácia od zákazníka 10 kusov z 200000 vyrobených kusov Šírka NOK - veľká					
		3		5	120	
	Stav opatření (Revision state): 1.3.2019					
		3	POKA YOKE na vystupnom pase na sirku	2	48	HRUSKA, PETER 5.4.2019 ukončeno (completed)

**Tabuľka 4.3: PFMEA - stav opatrení, Zdroj: [32]**

#### 4.2.1 Ekonomický prínos

Náklady na poka-yoke zariadenie predstavujú približnú sumu 2000€. Samotne zariadenie stojí 1000€ a ďalších 1000€ stojí zavedenie do výroby.

Náklady, ktoré boli ušetrené vďaka tomuto zariadeniu môžu činiť približne 10 000€. V týchto nákladoch je treba počítať s 10 chybnými kusmi, ktoré boli predmetom reklamácie od zákazníka. Jeden kus vonkajšieho krúžku stojí približne 2-3€. Ďalej sa do tejto sumy počítajú aj náklady na mzdy pracovníkov Schaeffler, ktorí stratili čas pri výrobe defektných kusov. Hodinová mzda týchto pracovníkov je približne 5€/h. Taktiež sa do tejto hodnoty zarátavajú aj platy externých pracovníkov, ktoré činia približne 10€/h. Je treba počítať aj s dopravou, skladovaním, manipuláciou atď. Taktiež netreba zabúdať na výrobné procesy, ktoré nastávajú po sústružení výrobku a rovnako na procesy, ktoré sú nevýrobné, ako sú napríklad triediace akcie u zákazníka a pod. Dokopy sa teda cena, ktorá bola týmto nápravným opatrením ušetrená za jednu reklamáciu, môže vyšplhať na 8000€ po odčítaní nákladov za poka-yoke zariadenie.

Defektné výrobky samozrejme neovplyvňujú len náklady, ktoré sú pre firmu veľmi dôležité. Reklamácie a celková výroba defektných produktov, môže stať spoločnosť dobré meno a v konečnom dôsledku eventuálne prísť aj o zákazníkov. Preto je veľmi podstatné neustále zlepšovať procesy vo vnútri podniku a udržiavať si kvalitné produkty a služby, pretože tie sú základom konkurencieschopného podniku.

## 5. Závěr

Témou diplomovej práce bolo „Zlepšování vybraného procesu ve výrobním podniku“. Pre spracovanie bola vybraná spoločnosť Schaeffler Kysuce, spol. s r.o. v Kysuckom Novom Meste.

Cieľom práce bolo analyzovať proces sústruženia vybraného produktu v podniku a na základe aplikovania metódy FMEA, zistiť potencionálne nedostatky v procese a navrhnúť riešenie pre jeho zlepšenie. K spracovaniu teoretickej časti bola využitá domáca aj zahraničná literatúra. Pri spracovaní praktickej časti, prevažovali interné dáta spoločnosti a zistené informácie spracovávateľa.

V teoretickej časti autorka priblížila teoretické východiska zaoberajúce sa riešenou problematikou. Boli tu vysvetlené základné pojmy a taktiež bližšie charakterizované nástroje a metódy, ktoré slúžili pre potreby praktickej časti diplomovej práce.

V ďalšej časti bola predstavená spoločnosť a taktiež produkty a procesy, ktoré v podniku nastávajú.

V praktickej časti sa autorka venovala hlavne aplikovaniu metódy FMEA na proces sústruženia vonkajšieho krúžku. Pri tvorbe FMEA metódy boli využité všetky zistené a identifikované informácie, dáta, poznatky a spoločne s ďalšími využitými nástrojmi a metódami, boli objavené rizikové procesy v podniku. Na základe týchto zistení bolo navrhnuté opatrenie na zlepšenie procesu. Riešenie vzniklo na princípe nástroja poka-yoke. Po navrhnutí riešenia a jeho zavedení do výroby, bola opäť aplikovaná metóda FMEA na daný proces. Na základe toho sa zistilo, že navrhnuté riešenie zamedzilo v danom procese výrobe defektných kusov. Časť rizikových procesov sa stabilizovalo a taktiež tento návrh pomohol firme znížiť celkové náklady za chybné výrobky.

Aj keď je spoločnosť Schaeffler Kysuce patrí k najkvalitnejším dodávateľom v automobilovom priemysle, v každej firme sa nájde priestor na zlepšovanie. Návrh zlepšenie vybraného procesu v diplomovej práci môže prispieť k ďalšiemu rozvoju kvality v zavedenom systéme managementu.

## Seznam použité literatury

### Odborná literatura

- [1] BLECHARZ, Pavel. *Kvalita a zákazník*. Praha: Ekopress, 2015. 160 s. ISBN 978-80-87865-20-0.
- [2] GAŠPARÍK, J.: *Stratégia riadenia a zlepšovania kvality*. Vydavateľstvo STU Bratislava. 2001. 47 s. ISBN:80-227-1762-2.
- [3] IntroBooks. *The Pareto Principle*. Smashwords Edition. 2018. 30 s. ISBN 978-04-630-8724-4.
- [4] JANÍČEK, Přemysl a Jiří MAREK. *Expertní inženýrství v systémovém pojetí*. Praha: Grada Publishing, 2013. 592 s. Expert. ISBN 978-80-247-4127-7.
- [5] JAKUBÍKOVÁ, Dagmar. *Strategický marketing: [strategie a trendy]*. Praha: Grada Publishing, 2008. 269 s. ISBN 978-80-247-2690-8.
- [6] Joiner Associates Staff, Reynard Sue. *Flowcharts: Plain & Simple: Learning & Application Guide*. Oriel Inc. 1995. 118 s. ISBN 978-1-88473-104-4.
- [7] JUROVÁ, Marie. *Výrobní a logistické procesy v podnikání*. Praha: Grada Publishing, 2016. 254 s. Expert. ISBN 978-80-247-5717-9.
- [8] KOLLÁR, Vojtech. *Manažment kvality*. Trenčín: Inštitút aplikovaného manažmentu, 2013, 210 s. [7,45 AH]. ISBN 978-80-89600-11-3.
- [9] KOTLER, Philip. *Moderní marketing: 4. evropské vydání*. Přeložil Jana LANGEROVÁ, přeložil Vladimír NOVÝ. Praha: Grada Publishing, 2007. 1041 s. ISBN 978-80-247-1545-2.
- [10] MCDERMOTT, Robin E., Raymond J. MIKULAK a Michael R. BEAUREGARD. *The basics of FMEA*. 2nd ed. New York: CRC Press, c2009. 91 s. ISBN 978-1-56327-377-3.
- [11] NENADÁL, Jaroslav, Darja NOSKIEVIČOVÁ, Růžena PETŘÍKOVÁ, Jiří PLURA a Josef TOŠENOVSKÝ. *Moderní management jakosti: principy, postupy, metody*. Praha: Management Press, 2008. 377 s. ISBN 978-80-7261-186-7.
- [12] NENADÁL, Jaroslav. *Management kvality pro 21. století*. Praha: Management Press, 2018. 366 s. ISBN 978-80-726-1561-2.
- [13] NOVÁK, Adam. *Inovace je rozhodnutí: kompletní návod, jak dělat inovace nejen v byznysu: 12 praktických nástrojů, 40 příkladů z praxe*. Praha: Grada, 2017. 205 s. ISBN 978-80-271-0333-1.
- [14] OAKLAND, John S. *Total quality management and operational excellence: text with cases*. 4th ed. London: Routledge, 2014. 530 s. ISBN 978-0-415-63550-9.

[15] Sam Ho. *Operations and Quality Management*. Cengage Learning EMEA. 1999. 256 s. ISBN 978-1-86152-398-3.

[16] SPEJCHALOVÁ, Dana. *Management kvality*. Vydání třetí. Praha: Vysoká škola ekonomie a managementu, 2011. 211 s. ISBN 978-80-86730-68-4.

[17] SVOZILOVÁ, Alena. *Zlepšování podnikových procesů*. Praha: Grada Publishing, 2011. 223 s. Expert. ISBN 978-80-247-3938-0.

[18] VÁCHAL, Jan a Marek VOCHOZKA. *Podnikové řízení*. Praha: Grada Publishing, 2013. 685 s. Finanční řízení. ISBN 978-80-247-4642-5.

[19] VEBER, Jaromír. *Řízení jakosti a ochrana spotřebitele*. 2., aktualiz. vyd. Praha: Grada Publishing, 2007. 201 s. Manažer. Management. ISBN 978-80-247-1782-1.

### **Internetové zdroje:**

[20] Custompartnet. [online]. *Turning*. [2019-02-04]. Dostupné z:

[<https://www.custompartnet.com/wu/turning>]

[21] IPA. [online]. *TQM - Totálne riadenie kvality*. [2019-04-02]. Dostupné z:

<https://www.ipaslovakia.sk/sk/ipa-slovník/tqm-totalne-riadenie-kvality>

[22] ISO 9000:2015. [online]. *Quality management systems. Fundamentals and vocabulary*. [2019-03-02]. Dostupné z: <https://www.iso.org/obp/ui/#iso:std:iso:9000:ed-4:v1:en>

[23] Kanbanize. [online]. *What is poka yoke*. [2019-02-04]. Dostupné z:

<https://kanbanize.com/lean-management/improvement/what-is-poka-yoke/>

[24] Schaeffler. [online]. *History*. [2019-30-03]. Dostupné z:

<https://www.schaeffler.sk/content.schaeffler.sk/sk/schaeffler-slovensko/history/index.jsp>

[25] Schaeffler. [online]. *Index*. [2019-29-03]. Dostupné z:

<https://www.schaeffler.sk/content.schaeffler.sk/sk/schaeffler-slovensko/index.jsp>

[26] Schaeffler. [online]. *Products and Solutions*. [2019-30-03]. Dostupné z:

<https://www.schaeffler.sk/content.schaeffler.sk/sk/products-and-solutions/index.jsp>

[27] Quality-one. [online]. *FMEA*. [2019-02-04]. Dostupné z: <https://quality-one.com/fmea/>

[28] Umenie kreativity. [online]. *Vývojový diagram*. [2019-31-03]. Dostupné z:

<https://www.umeniekreativity.sk/vyvojovy-diagram/>

[29] Weibull. [online]. *FMEAcornner*. [2019-01-04]. Dostupné z:  
<https://www.weibull.com/hotwire/issue186/fmeacornner186.htm>

### **Interné zdroje:**

[30] Podklady pre školenie Schaeffler Kysuce

[31] Príručka kvality - FMEA Schaeffler Kysuce

[32] APIS IQ-FMEA Schaeffler Kysuce

[33] Produktové školenie Schaeffler Kysuce

[34] Flowchart

## **Seznam zkratek**

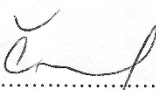
FMEA	Failure Mode and Effect Analysis
PFMEA	Process Failure Mode and Effect Analysis
DFMEA	Design Failure Mode and Effect Analysis
s.r.o.	Spoločnosť s ručením obmedzením
ISO	International Organization for Standardization
TQM	Total Quality Management
QMS	Quality Management Systém



Prohlašuji, že

- jsem byl(a) seznámen(a) s tím, že na mou diplomovou (bakalářskou) práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb. – autorský zákon, zejména § 35 – užití díla v rámci občanských a náboženských obřadů, v rámci školních představení a užití díla školního a § 60 – školní dílo;
- beru na vědomí, že Vysoká škola báňská – Technická univerzita Ostrava (dále jen VŠB-TUO) má právo nevýdělečně, ke své vnitřní potřebě, diplomovou (bakalářskou) práci užít (§ 35 odst. 3);
- souhlasím s tím, že diplomová (bakalářská) práce bude v elektronické podobě archivována v Ústřední knihovně VŠB-TUO a jeden výtisk bude uložen u vedoucího diplomové (bakalářské) práce. Souhlasím s tím, že bibliografické údaje o diplomové (bakalářské) práci budou zveřejněny v informačním systému VŠB-TUO;
- bylo sjednáno, že s VŠB-TUO, v případě zájmu z její strany, uzavřu licenční smlouvu s oprávněním užít dílo v rozsahu § 12 odst. 4 autorského zákona;
- bylo sjednáno, že užít své dílo, diplomovou (bakalářskou) práci, nebo poskytnout licenci k jejímu využití mohu jen se souhlasem VŠB-TUO, která je oprávněna v takovém případě ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které byly VŠB-TUO na vytvoření díla vynaloženy (až do jejich skutečné výše).

V Ostravě dne 26. dubna 2019

  
.....  
Bc. Mária Čahojová